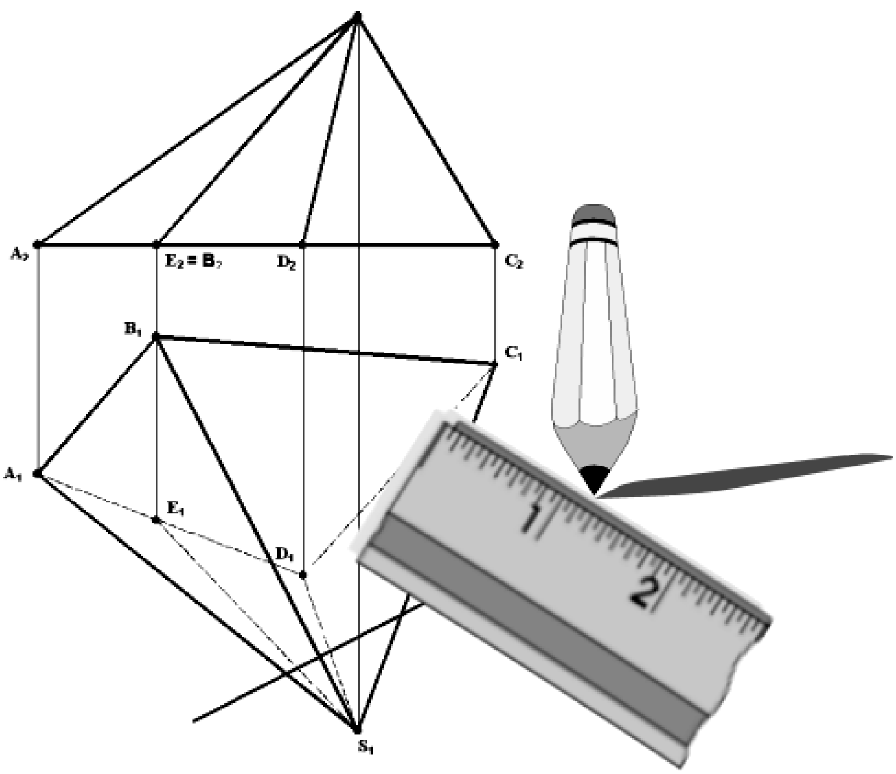
Міністерство освіти і науки України
Харківська національна академія міського господарства

Т.Є.Киркач,
О.Є.Мандріченко,
А.О.Радченко

Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню індивідуальних завдань з нарисної геометрії



Харків-ХНАМГ-2008

Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню індивідуальних завдань з нарисної геометрії (для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямками підготовки 6.060101 – «Будівництво», 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології», 6.060103 - «Гідротехніка»). / Укл. Т.Є. Киркач, О.Є. Мандріченко, А.О.Радченко. –Харків: ХНАМГ, 2008 – 73 с.

Укладачі: Т.Є.Киркач,
О.Є.Мандріченко,
А.О.Радченко

Рецензент: В.І. Лусь, професор, зав. кафедрою інженерної та комп'ютерної графіки Харківської національної академії міського господарства

Рекомендовано кафедрою нарисної геометрії та креслення, протокол № 8 від 31.03.08 р.

ЗМІСТ

ВСТУП

Головною передумовою входження України до єдиного європейського освітянського простору є впровадження кредитно-модульної системи організації навчального процесу, яка передбачає посилення ролі самостійної роботи студента.

За робочими навчальними планами загально-технічних факультетів академії з дисципліни «Інженерна графіка» більш ніж половина навчального часу приділяється самостійної роботі. Однією з форм самостійної роботи є виконування індивідуальних графічних робот – епюрів, що, водночас, є засобом поточного контролю.

Під час вивчення модулю студент повинен виконати сім графічних робот, які охоплюють основні розділи нарисної геометрії.

У цьому навчальному виданні надаються варіанти завдань, стислі теоретичні відомості до кожного з них, алгоритмічний підхід до їх розв’язання та приклад виконування.

Крім того, для перевірки якості засвоєного матеріалу, до кожної теми надаються питання для самоперевірки.

«Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню індивідуальних завдань з нарисної геометрії» передбачені для використання в комплекті з «Практикумом з нарисної геометрії» та з підручниками, перелік яких наводиться в кінці видання.

Передбачається, що ці «Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню індивідуальних завдань з нарисної геометрії» нададуть студенту достатньо матеріалу для самостійного виконання індивідуальних завдань і підготовки до складання тестів, допоможуть засвоїти алгоритмічний підхід до розв’язання будь-якої задачі з нарисної геометрії.

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ЕПЮРІВ

Всі епюри виконувати за варіантом на окремих аркушах формату А3:

побудови – олівцем, тонкими лініями;

умови задач – олівцем, контурними лініями (0,2-0,3мм);

результати рішення – кольоровими олівцями.

Точки зображувати у вигляді кіл діаметром 1мм.

За даними координатами точок A,B,C і D (мм) виконати епюри за темами:

-КК прямої лінії (проекції відрізка прямої загального положення, визначення розміру відрізка прямої загального положення , сліди прямої, визначення кутів нахилу прямої загального положення до площин проекцій, взаємне положення прямих, лінії рівня);

позиційні задачі (взаємне положення прямої і площини, взаємне положення площин і т.д.);

метричні задачі (визначення відстані між площинами, між мимобіжними прямими, визначення кутів і т.д.).

Епюр №1

Задано: координати точок А, В, С (Варіанти завдань див. стор. 23)

Визначити:

а) довжину відрізка прямої АВ;

б) розмір кутів α і β нахилу прямої АВ до площин проекцій Π_1 і Π_2;

в) сліди M и N прямої АВ і розташування її у чвертях простору;

г) пряму ℓ, що проходить через точку С и паралельну прямої АВ;

д) прямі горизонтального рівня h і фронтального рівня f, що проходять через точку С и перетинають пряму АВ.

У даному епюрі розглядаються теми: «Комплексне креслення точки» та «Комплексне креслення прямої лінії» курсу нарисної геометрії. Побудови ведуться на двох площинах проекцій Π_1 і Π_2. Задані точки розташовані за умовою в першій чверті простору або на площинах проекцій. Пряма АВ за умовою - пряма загального положення.

Порядок виконання епюра

Розглянемо порядок виконання епюра на прикладі (дивись стор.10). Для побудови проекцій точок по заданих координатах необхідно послідовно відкласти координату **X** точки А вліво від нуля по осі X, потім по лінії, перпендикулярній осі x, униз відкласти координату y – отримаємо горизонтальну проекцію точки А (точка A_1), після цього нагору по цій же лінії відкласти координату z – отримаємо фронтальну проекцію точки А (точка A_2). Аналогічно будуємо проекції інших точок. Якщо одна з координат дорівнює 0, то відповідна проекція буде знаходитися на осі координат.

При з'єднанні однойменних проекцій точок А і В отримаємо проекції відрізка прямої АВ.

Після цього переходимо до визначення величин, заданих за умовою:

а) натуральну величину відрізка прямої загального положення знаходимо способом прямокутного трикутника. Побудови виконуємо на кожній із площин проекцій. Припустимо, до горизонтальної проекції в точці B_1 відновлюємо перпендикуляр. На ньому відкладаємо величину Δz, узяту із фронтальної проекції. Отримуємо точку B_0. Для визначення величини Δz на фронтальній проекції прямої з нижньої точки (у цьому випадку B_2) проводимо лінію, паралельну осі x. З'єднуємо точки B_0 і A_1. Отримана гіпотенуза прямокутного трикутника і є натуральною величиною відрізка прямої AB.

б) кути нахилу прямої до площин проекцій визначаємо тим же способом прямокутного трикутника. Кут між гіпотенузою й катетом-проекцією дорівнює куту нахилу прямої до тієї ж площини проекцій, на якій ведуться побудови. Із цього випливає, що кут нахилу до горизонтальної площини проекцій ми вже визначили. Це кут α між прямими B_0A_1 й A_1B_1.

Кут нахилу до фронтальної площини визначаємо, побудувавши прямокутний трикутник на фронтальній проекції прямої AB. У цьому випадку другим катетом є величина Δy, узята з горизонтальної проекції (із точки A_1 проводимо лінію, паралельну осі x). Кут нахилу β прямої AB до фронтальної площини проекцій буде дорівнювати куту між натуральною величиною (у цьому випадку A_0B_2) і фронтальною проекцією прямої A_2B_2.

в) горизонтальний слід прямої AB – це точка M перетину її з горизонтальною площиною проекцій. Проекції цієї точки будуються, виходячи з умови належності одночасно прямій і площині проекцій. Для побудови фронтальної проекції горизонтального сліду продовжуємо фронтальну проекцію прямої AB до перетину з віссю x – одержуємо точку M_2. Потім проводимо лінію проекційного зв'язку до перетину з горизонтальною проекцією прямої – одержуємо горизонтальну проекцію горизонтального сліду - точку M_1, що збігається із точкою M.

Фронтальний слід – точка N – будується аналогічно. Продовжуємо горизонтальну проекцію прямої до перетину з віссю x – одержуємо точку N_1. Проводимо лінію проекційного зв'язку до перетину з фронтальною проекцією прямої – одержуємо точку N_2, що збігається із точкою N.

Сліди є точками переходу прямої з однієї чверті простору в іншу. Пряма загального положення завжди проходить через три чверті. Для визначення, через які чверті простору дана пряма проходить, необхідно подивитися, як розташовані її проекції. У нашому прикладі ліворуч від горизонтального сліду обидві проекції прямої розташовані вище осі x. Це говорить про те, що на даній ділянці пряма проходить через другу чверть. Між слідами горизонтальна проекція прямої розташована нижче осі x, а фронтальна - вище. Виходить, тут пряма проходить через першу чверть. І нарешті, праворуч від фронтального сліду проекції прямої розташовані нижче осі x. При такому розташуванні пряма знаходиться в четвертій чверті. Може зустрітися випадок, коли горизонтальна проекція прямої розташована вище осі x, а фронтальна - нижче. Тоді пряма на даній ділянці буде розташована в третій чверті.

Сліди прямої можуть збігатися з кінцями відрізка AB, якщо одна або обидві точки знаходяться у якій-небудь площині проекцій (одна із проекцій належить осі x, тобто за умовою координата y або z точки дорівнює нулю).

г) одне з основних властивостей паралельного проектування полягає в тім, що проекції паралельних прямих – паралельні. Тому для побудови проекцій прямої ℓ із точки C_1 проводимо лінію ℓ_1 паралельно A_1B_1, а із точки C_2 – лінію ℓ_2 паралельно A_2B_2 довільної довжини.

д) для побудови проекцій горизонталі, що проходить через точку C и перетинає пряму AB, ми виходимо з умови, що горизонталь паралельна горизонтальної площині проекцій, а її фронтальна проекція завжди паралельна осі x. Тому через точку C_2 проводимо лінію h_2 паралельно осі x до перетинання її з A_2B_2 – одержуємо точку 1_2. Потім лінією проекційного зв'язку будуємо точку 1_1 на A_1B_1. Через точки C_1 й 1_1 проводимо горизонтальну проекцію горизонталі $h_{1.}$

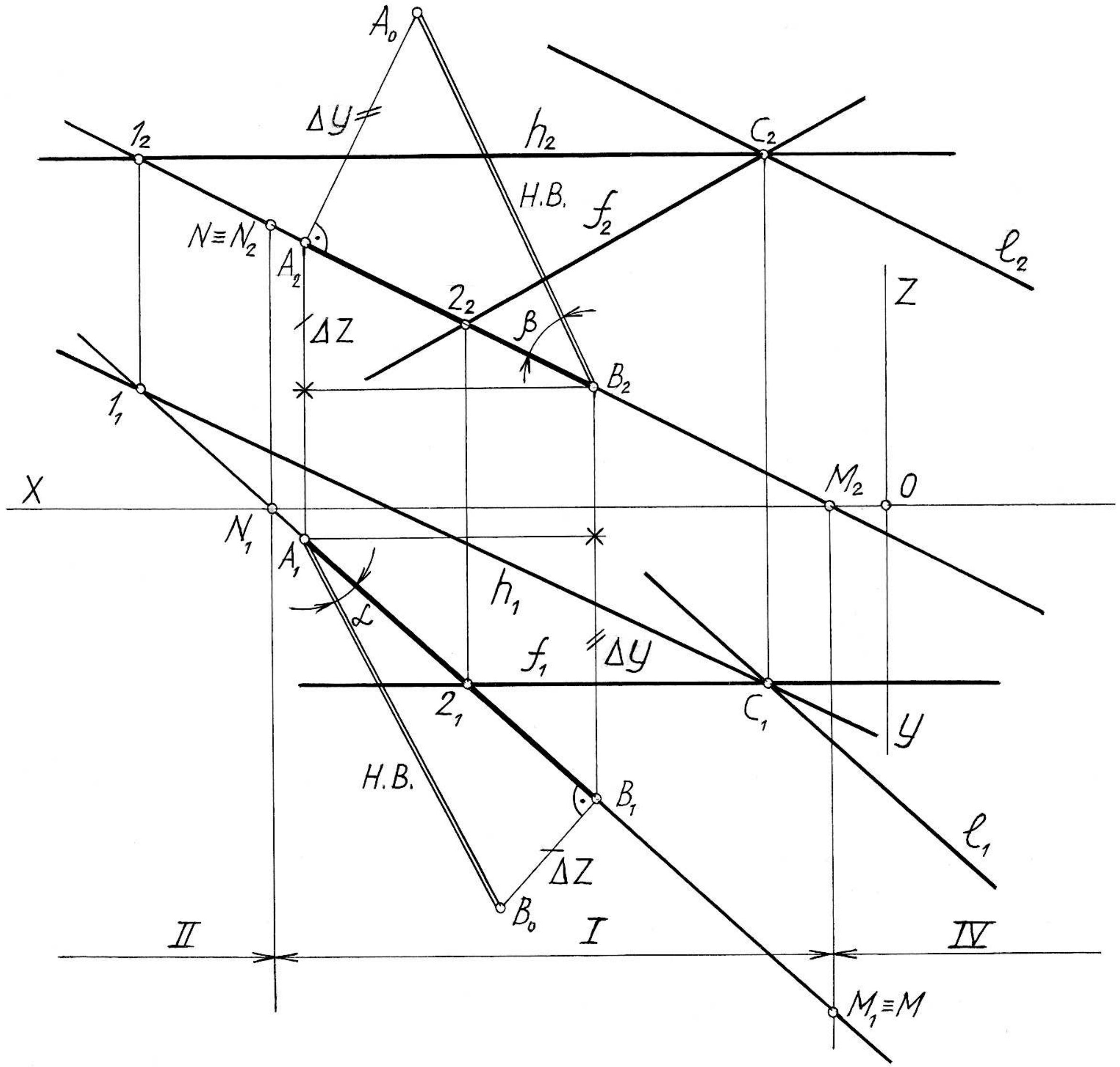
Проекції фронталі будуються аналогічно. При цьому ми враховуємо, що фронталь паралельна до фронтальної площині проекцій й її горизонтальна проекція завжди паралельна осі x. Через точку C_1 проводимо f_1 паралельно осі x до перетину з A_1B_1 – одержуємо точку 2_1, будуємо точку 2_2 на A_2B_2, через точки C_2 і 2_2 проводимо фронтальну проекцію фронталі – f_2.

Питання для самоперевірки:

1) Що називають прямокутними координатами точки?
2) Яке положення займає точка в просторі, якщо її фронтальна проекція розташована на осі проекцій OZ?
3) Яка пряма називається прямою загального положення,
4) Як називається пряма, фронтальна проекція якої паралельна до осі OX?
5) У якої прямої горизонтальна проекція паралельна до осі проекцій OX і як ця пряма називається?
6) Які необхідні і достатні умови для побудови на комплексному кресленні точки, що належить заданій прямій?
7) Що є ознакою паралельності і перетинання двох прямих на комплексному кресленні?

Епюр №1

A(100, 5, 45)
B(50, 50, 20)
C(20, 30, 60)



Виконав: студент групи
……….

Епюр №2

Задано: координати точок A, B, C, D (Варіанти завдань див. стор. 23)

Визначити:

а) відстань від точки D до площини ΔABC;

б) площину R, паралельну площині ΔABC і вилучену від неї на відстань m (за вказівкою викладача).

в) видимість ділянок перпендикуляра і площини R щодо площини, обмеженої ΔABC.

У даному епюрі розглядаються теми: «Перпендикулярність прямої і площини», «Перетин прямої з площиною» і «Взаємно паралельні площини» розділу «Позиційні й метричні задачі».

Для визначення відстані від точки до площини необхідно з точки опустити на площину перпендикуляр, потім побудувати точку перетину отриманого перпендикуляра із заданою площиною і визначити натуральну величину відрізка між заданою точкою і побудованою точкою перетину.

Для побудови площини, паралельної до заданої, використовуємо властивість паралельності двох площин, а саме: дві площини взаємно паралельні, якщо дві прямі, що перетинаються, однієї площини відповідно паралельні двом прямим, що перетинаються, іншої площини. Відстань m між площинами вимірюємо по натуральній величині перпендикуляра, опущеного з точки на площину.

Для визначення видимості перпендикуляра користуємося конкуруючими точками на мимобіжних прямих, однойменні проекції яких збігаються. Із двох конкуруючих точок видимою буде та, відповідна координата якої більше. Видимість на кожній проекції визначається окремо.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 12.

<u>Порядок виконання епюра</u>

а) для побудови перпендикуляра до площини використовуємо властивість перпендикулярності прямої і площини: пряма перпендикулярна до площини, якщо вона перпендикулярна двом прямим, що перетинаються, даної площини. Тому що в проекціях прямий кут проектується без перекручування тільки на прямі рівня площини, то в якості двох прямих, що перетинаються, ми використовуємо горизонталь h і фронталь f площини ΔABC. Через точку A_2 проводимо h_2 паралельно осі x. У перетині зі стороною BC одержуємо точку 1_2, по лінії проекційного зв'язку будуємо точку 1_1 і через точки 1_1 й A_1 проводимо h_1. Аналогічно через точки C и 2 будуємо фронталь f.

Тепер із точки D опускаємо перпендикуляр ℓ на площину ΔABC: із точки D_1 проводимо $\ell_1 \perp h_1$, із точки D_2 - $\ell_2 \perp f_2$.

Задача на побудову точки перетину прямої з площиною вирішується в три етапи: 1) через пряму ℓ проводимо допоміжну проектуючу площину, слід якої збігається з проекцією прямої (у нашому прикладі $\sum_2 \equiv \ell_2$); 2) будуємо лінію перетину MN допоміжної площини $\sum$ із заданою площиною ΔABC (точки M_2 і N_2 одержуємо в перетині $\sum_2$ зі сторонами трикутника A_2B_2 і A_2C_2, точки M_1 і N_1 знаходимо по лініях проекційного зв'язку і належності відповідним сторонам); 3) визначаємо точку К перетину лінії MN з прямої ℓ, що і буде шуканою точкою перетину прямої ℓ с площиною ΔABC (M_1N_1 перетинає ℓ_1 у точці K_1, точку K_2 знаходимо на ℓ_2 по лінії проекційного зв'язку).

Натуральну величину відрізка KD знаходимо методом прямокутного трикутника. До відрізка K_1D_1 у точці D_1 будуємо перпендикуляр, на якому відкладаємо величину Δz, узяту з фронтальної проекції. Отримана гіпотенуза D_0K_1 і є натуральною величиною відрізка KD.

б) щоб побудувати площину R, паралельну ΔABC, на перпендикулярі до площини Δ від його основи, тобто від точки К, відкладаємо задану величину m відстані між площинами. Одержуємо точку F, через яку й проводимо паралельну площину, задавши її двома прямими a і b, що перетинаються, і паралельні відповідно двом сторонам ΔABC. У нашому прикладі величина m = 50 мм. Від точки K_1 на натуральній величині будуємо відрізок K_1F_0 = 50 мм, проводимо $F_0F_1 \perp \ell_1$ або $F_0F_1 \parallel D_1D_0$, одержуємо точку F_1 на ℓ_1, по лінії проекційного зв'язку знаходимо точку F_2 на ℓ_2. Через точку F_1 проводимо $a_1 \parallel$

A_1C_1 і $b_1 \parallel B_1C_1$, а через точку $F_2 - a_2 \parallel A_2C_2$ і $b_2 \parallel B_2C_2$, одержуємо проекції паралельної площини R_1 і R_2.

в) для визначення видимості перпендикуляра на горизонтальній площині користуємося конкуруючими точками 3 і 4, горизонтальні проекції яких збігаються. Ці точки належать мимобіжним прямим ℓ і АС. Розглянувши їхні фронтальні проекції, бачимо, що у точки 4 координата z більше, а значить на горизонтальній площині вона буде видимою і відповідно видима пряма АС, до якої ця точка належить. На фронтальній площині видимість визначаємо по точках М и 5, що належать також прямим ℓ і АС. Фронтальні проекції цих точок збігаються, по горизонтальних проекціях визначаємо, що координата Y точки 5 більше, а значить горизонтальна проекція прямої АС, до якої належить точка 5, буде видимою.

Питання для самоперевірки:

1) Які площини називаються проектуючими? Вкажіть властивості цих площин.

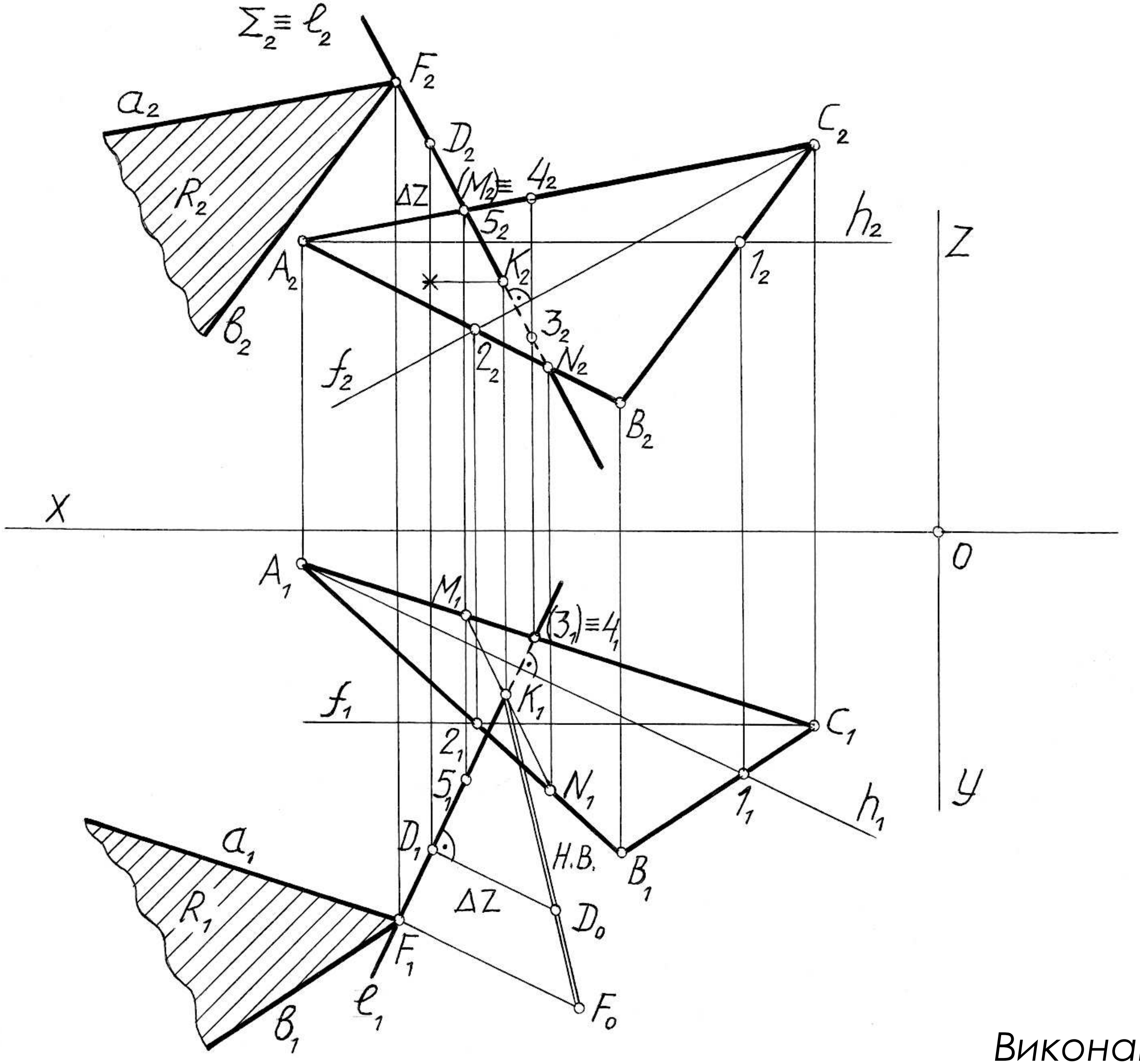
2) Як зображується на комплексному кресленні фронтально-проектуюча площина, проведена через пряму загального положення?

3) Сформулюйте алгоритм розв’язання задачі на перетин прямої з площиною загального положення.

4) Як формулюється теорема про пряму, перпендикулярну до площини?

5) Сформулюйте алгоритм розв’язання задачі на визначення відстані від точки до площини загального положення.

6) Сформулюйте умову паралельності двох площин,



Епюр №2

A(100, 5, 45)
B(50, 50, 20)
C(20, 30, 60)
D(80, 50, 60)

Виконав: студент групи

……….

Епюр №3

Задано: координати точок A,B,C,D (Варіанти завдань див. стор. 23)

Визначити:

а) багатогранник ABCD;

б) розмір двогранного кута методом заміни площини проекцій;

в) відстань між двома мимобіжними прямими.

Розв’язання.

Для відповіді на перше завдання треба визначити видимість ребер багатогранника ABCD на кожній з його проекцій. Це треба робити за допомогою конкуруючих точок.

Розмір двогранного кута можна визначити розміром його лінійного кута. Якщо ребро двогранного кута виявиться перпендикулярним до додаткової площини проекцій, то обидві грані спроектуються на неї у вигляді відрізків, кут між якими дорівнює лінійному куту цього двогранного кута.

Найкоротша відстань між двома мимобіжними прямими є водночас і відстанню між паралельними площинами, в яких лежать мимобіжні прямі – це спільний перпендикуляр до мимобіжних прямих.

Щоб побудувати спільний перпендикуляр методом заміни площин проекцій одну з мимобіжних прямих треба спроектувати в точку на додаткову площину проекцій.

Відстань між двома мимобіжними прямими визначиться на додатковій площині проекцій відрізком перпендикуляра, проведеного з точки – проекції однієї прямої на проекцію другої.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 18.

<u>Алгоритм побудов:</u>

а) визначаємо багатогранник ABCD за координатами , будуємо проекції точок. З’єднуємо відрізками прямих попарно однойменні проекції точок. На фронтальній проекції багатогранника $A_2B_2C_2D_2$ треба визначити видимість ребер B_2C_2 і A_2D_2 . 1_2 і 2_2 – проекції конкуруючих точок. Точка 1 належить ребру AD , точка 2 – ребру BC. Побудувавши горизонтальні проекції точок 1_1 і 2_1 та порівнявши їх координати y_1 та y_2 визначаємо видимість фронтальних проекцій точок 1_2 і 2_2 . Точка 2_2 невидима , тобто і ребро B_2C_2 , якому вона належить , невидимо. Аналогічно на горизонтальній проекції багатогранника $A_1B_1C_1D_1$ треба визначити видимість ребер A_1C_1 та B_1D_1. 3_1 та 4_1 - горизонтальні проекції конкуруючих точок. Точка 3 належить ребру AC, а точка 4 – ребру BD. Побудувавши фронтальні проекції точок 3_2 та 4_2 і порівнявши їх координати Z_3 та Z_4 , приходимо до висновку, що на горизонтальній проекції креслення точка 4_1 та проекція ребра B_1D_1, якому вона належить, видимі. Горизонтальна проекція точки 3_1 та проекція ребра A_1C_1 невидимі.

б) визначаємо розмір двогранного кута між гранями ABC та ACD. Ребром двогранного кута є відрізок AC, який треба зробити перпендикулярним до додаткової площини $П_5$ (вирішується друга основна задача відносно відрізка $AC \rightarrow AC \perp П_5$). Побудова виконана за такою схемою: від системи $П_1/П_2$ здійснено перехід до системи $П_1/П_4$, де $П_4 \perp П_1$ і $П_4 \parallel AC$ ($X_{14} \parallel A_1C_1$), а від системи $П_1/П_4$ – до системи $П_4/П_5$, де $П_5 \perp П_4$ і $П_5 \perp AC$ ($A_5 \equiv C_5$). Проекція грані $A_5C_5D_5$ та проекція грані $A_5B_5C_5$ – відрізки прямих, а кут α між ними дорівнює лінійному куту двогранного кута між гранями ABC та ACD.

в) визначаємо відстань між двома мимобіжними прямими AC та BD. Одну з мимобіжних прямих AC спроектуємо в точку на додаткову площину проекцій $П_5$ (вирішується друга основна задача відносно відрізка $AC \rightarrow AC \perp П_5$). Ця побудова вже виконана. Отримавши на площині проекцій $П_5$ проекцію прямої AC у вигляді точки $A_5 \equiv C_5$ і проекцію другої прямої B_5D_5 і провівши з $A_5 \equiv C_5$ перпендикуляр на B_5D_5 , знайдемо шукану відстань між заданими мимобіжними прямими у вигляді відрізка L_5K_5. Далі побудуємо проекції спільного для AC та BD перпендикуляра LK . Проекція L_4K_4 проведена паралельно осі X_{45} , проекції точок $К_4$, $К_1$, L_1, $К_2$, L_2 будуються за придатністю однойменним проекціям відрізків прямих AC та BD.

Питання для самоперевірки:

1) Які основні задачі розв'язуються заміною однієї площини проекцій ?.

2) Які основні задачі розв'язуються заміною двох площин проекцій ?.

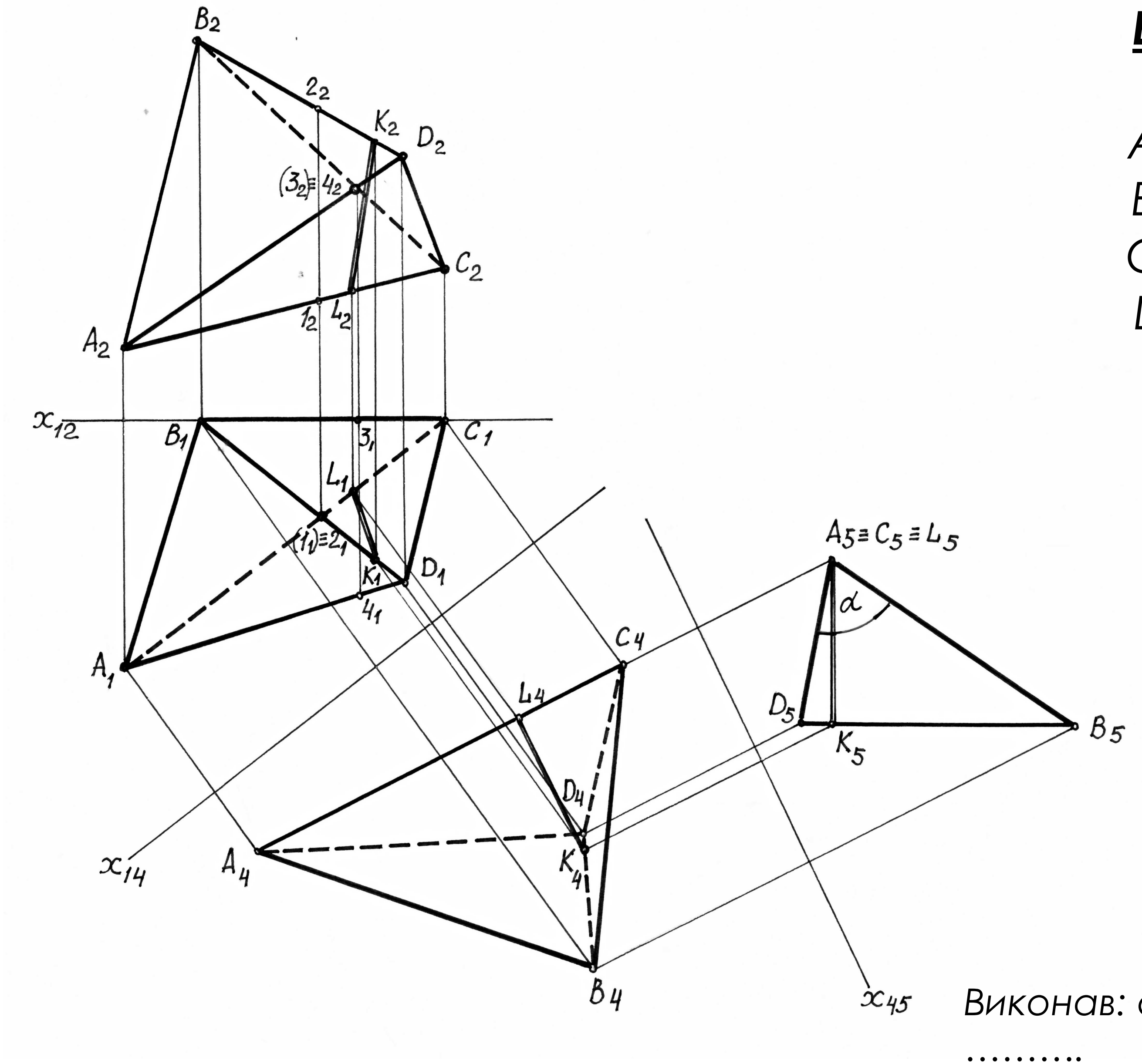
3) Які параметри комплексного креслення залишаються незмінними при заміні фронтальної площини проекцій ?.

4) Які параметри комплексного креслення залишаються незмінними при заміні горизонтальної площини проекцій ?.

5) Скільки і в якій послідовності потрібно ввести допоміжних площин в систему $П_1/П_2$, щоб отримати справжню величину фігури загального положення ?.

Епюр №3

A(............)
B(............)
C(............)
D(...........)



Виконав: студент групи
....

Епюр №4

Задано: координати точок A,B,C,D (Варіанти завдань див. стор. 23)

Визначити:

а) розмір однієї з граней багатогранника ABCD методом обертання навколо прямої рівня;

б) відстань від однієї з вершин багатогранника до протилежної грані методом плоско паралельного переміщення.

Щоб побудувати справжню величину трикутника, досить повернути його навколо горизонталі (фронталі) до положення, паралельного горизонтальній (фронтальній) площині проекцій. Побудуємо в площині трикутника горизонталь h і розглянемо повертання точки A (вершини трикутника, яка не лежить на осі обертання) навколо цієї осі. Точка A при повертанні описує дугу кола, що лежить у площині Q, яка своєю чергою перпендикулярна до осі обертання і, очевидно, є горизонтально-проекційною. Якщо радіус OA займе положення, паралельне площині проекцій Π_1 ,то проекція O_1A_1' дорівнюватиме OA – справжній величині радіуса. Визначивши положення точки A' добудовуємо проекції другої вершини трикутника, при умові що третя вершина трикутника лежить на горизонталі (осі обертання). Відстань від однієї з вершин багатогранника до протилежної грані – відстань від точки до площини – довжина перпендикуляра, проведеного з точки на площину. Якщо площина перпендикулярна до якої-небудь з площин проекцій, то відстань відточки до площини вимірюється відстанню між проекцією точки і прямою, в яку проектується площина грані на площину проекцій.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 22.

<u>Алгоритм побудов:</u>

а) визначаємо багатогранник ABCD. (дивись епюр 3).

б) визначаємо розмір трикутника ABC обертанням навколо горизонталі. За вісь обертання беремо горизонталь h (h1 , h2), що проходить через вершину $A(A_1A_2)$ трикутника ABC. Проводимо з точки B_1 перпендикуляр до горизонтальної проекції горизонталі h_1, находимо горизонтальну проекцію центра обертання - точку O_1 і горизонтальну проекцію радіуса обертання точки В - відрізок O_1B_1, а потім визначаємо фронтальну проекцію центра обертання - точку O_2 і фронтальну проекцію радіуса точки В – відрізок O_2B_2. За катетами O_1B_1 і B_1B_0 будуємо прямокутний трикутник $B_1O_1B_0$; його гіпотенуза O_1B_0 буде справжньою величиною радіуса обертання точки В, за допомогою якого визначаємо точку B_1'. Точку B_1' сполучаємо з точкою A_1; точка A_1' збігається з точкою A_1, оскільки точка А (A_1,A_2) розташована на осі обертання.

Точку C_1' можна визначити так само, як і точку B_1', тобто з точки C_1 опустити перпендикуляр на горизонтальну проекцію горизонталі й визначити центр обертання та радіус обертання. Але простіше точку C_1' можна побудувати так: точку B_1' сполучаємо з точкою 1_1 (оскільки остання лежить на осі обертання) і продовжуємо лінію до перетину з перпендикуляром, проведеним із точки C_1 на горизонтальну проекцію горизонталі h_1 , одержуємо точку C_1'. Яку сполучаємо з точкою $A_1 \equiv A_1'$. Трикутник $A_1'B_1'C_1'$ буде справжньою величиною заданого трикутника АВС.

в) Способом плоско паралельного переміщення визначаємо відстань від вершини D до площини трикутника АВС. Плоско паралельне переміщення є, по суті, способом обертання навколо осей – проекційних прямих без визначення на епюрі радіуса і осей обертання. Площину трикутника АВС загального положення переведено у фронтально-проекційну лощину. Виконано одне плоско паралельне переміщення трикутника АВС відносно осі; перпендикулярної до площини проекцій П1, при цьому горизонталь трикутника h переведена у фронтально-проекційне положення ($h''_1 \perp x$), а фронтальна проекція трикутника перетворилася на пряму $A_2''B_2''C_2''$. Горизонтальна проекція точки D_1'' зорієнтована відносно $A_1''B_1''C_1''$ так, як D_1 відносно $A_1B_1C_1$. Перпендикуляр $D_2''K_2''$, проведений з точки D_2'' до відрізка $A_2''B_2''C_2''$ буде найкоротшою відстанню між точкою D та площиною трикутника АВС. Далі побудовано проекції перпендикуляра DK до площини АВС – $D_1''K_1'' \perp h_1''$, D_1K_1

$\perp h_1$ ($|D_1K_1| = |D_1''K_1''|$), точка K_2 знаходиться на лінії проекційного зв’язку з точкою K_1 та на лінії проекційного зв’язку з точкою K_2''.

Питання для самоперевірки:

1) У чому є принципова різниця в способах заміни площин проекцій і обертання ?

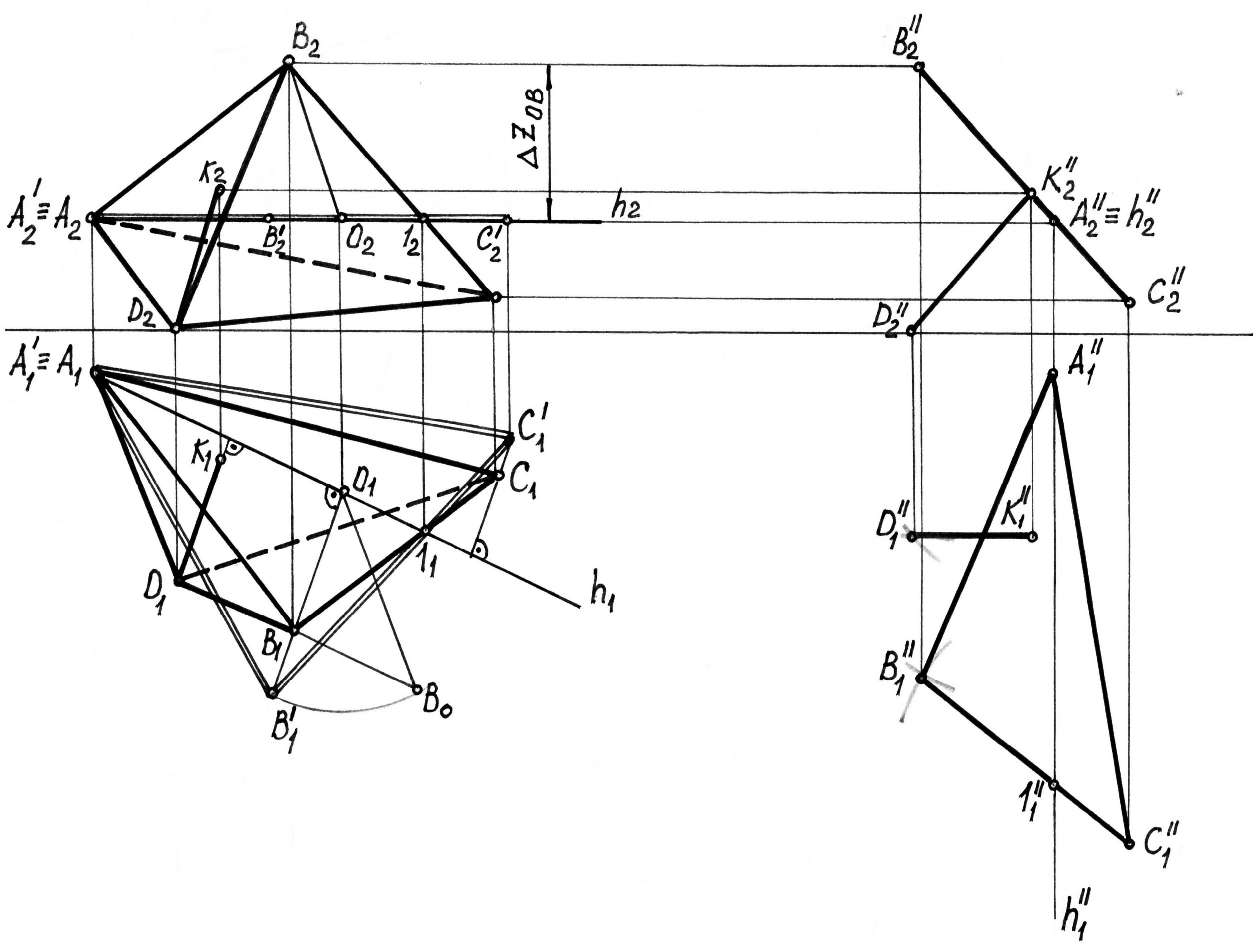
2) У чому полягає сутність способу обертання навколо горизонталі чи фронталі ?

3) У чому сутність способу плоско паралельного переміщення ?

4) Як переміщуються фронтальна і горизонтальна проекції точки при обертанні її навколо горизонталі ?

Епюр №4

A(..........)
B(..........)
C(..........)
D(..........)



Виконав: студент групи

Варіанти контрольних задач (епюрів №1-4)

Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані	Варіант	Вихідні дані
1	A(40,5,55) B(0,70,10) C(65,40,0) D(70,50,60)	9	A(55,0,30) B(0,20,60) C(5,55,15) D(35,35,50)	17	A(40,65,20) B(0,10,50) C(55,20,40) D(20,0,30)	25	A(30,55,5) B(75,10,50) C(5,0,20) D(0,35,65)
2	A(20,0,20) B(75,20,50) C(90,60,0) D(50,50,45)	10	A(45,55,10) B(0,25,35) C(60,10,60) D(80,30,0)	18	A(70,20,20) B(25,50,0) C(0,10,50) D(60,40,45)	26	A(0,10,55) B(15,60,10) C(70,30,15) D(60,55,40)
3	A(85,20,80) B(25,40,20) C(90,70,30) D(70,10,10)	11	A(45,0,60) B(80,45,15) C(15,10,10) D(10,60,55)	19	A(0,15,40) B(60,60,75) C(85,45,10) D(50,5,46)	27	A(25,30,30) B(65,10,50) C(10,20,90) D(0,55,45)
4	A(85,42,0) B(25,62,20) C(0,10,40) D(35,35,58)	12	A(0,65,0) B(15,20,50) C(90,10,20) D(60,50,45)	20	A(35,70,0) B(60,40,20) C(20,25,45) D(70,85,50)	28	A(85,0,65) B(60,65,10) C(0,30,20) D(50,35,70)
5	A(10,20,25) B(55,50,10) C(80,0,65) D(40,50,45)	13	A(25,30,50) B(65,50,10) C(10,60,40) D(0,30,15)	21	A(25,5,70) B(65,30,30) C(0,45,25) D(45,65,80)	29	A(70,5,65) B(10,20,30) C(50,50,20) D(20,65,10)
6	A(65,25,70) B(0,40,40) C(90,70,15) D(15,70,100)	14	A(88,50,10) B(62,0,60) C(20,0,30) D(28,34,50)	22	A(25,15,60) B(65,50,15) C(0,80,10) D(50,75,50)	30	A(50,5,70) B(10,30,30) C(75,40,20) D(20,65,75)
7	A(40,70,5) B(0,30,30) C(65,25,45) D(20,80,65)	15	A(0,50,10) B(25,40,60) C(70,5,30) D(60,35,70)	23	A(70,25,5) B(15,55,35) C(20,5,50) D(50,75,40)		
8	A(42,72,0) B(0,32,33) C(75,40,55) D(15,65,60)	16	A(105,0,95) B(80,75,30) C(0,30,15) D(5,70,100)	24	A(15,70,0) B(60,40,20) C(0,25,45) D(35,75,60)		

Епюр №5

За варіантом побудувати три проекції лінії, з урахуванням її видимості, що належить поверхні геометричного тіла (дивись варіанти задач епюра №5, стор. 27).

Загальний принцип приналежності точки до поверхні полягає в тім, що проекції такої точки обов'язково належать відповідній проекції лінії, що належить поверхні. Потрібно обирати лінії на поверхні, проекції яких нескладні для побудови (пряма або окружність).

<u>Алгоритм вирішення задачі:</u>

1) Визначають вид поверхні;
2) Лінію на поверхні розподіляють на точки (визначають опорні та проміжні точки);
3) Будують проекції точок, які невизначені на кресленні.
4) Проекції точок з'єднують лінією.

Приклад виконання епюра:

1) Задана фронтальна проекція прямого кругового конуса. Будуємо три проекції конуса .

2) Фронтальну проекцію лінії на поверхні конуса розподіляємо на точки **B**, **C, D, F** і **E** які є опорними, а точки **1,2,3,4, 5-** є проміжними.

3) Конус - це поверхня обертання, тому в даному випадку є можливість через кожну точку на поверхні провести паралель.(точки **B,C** та **E** належать до однієї паралелі, радіус якої дорівнює r = **E B** = **E C**)

4) Побудуємо на горизонтальній проекції конуса проекцію паралелі зазначеного радіуса. За допомогою лінії проекційного зв'язку визначимо положення горизонтальної проекції точки **E**. (так само будуємо горизонтальні проекції інших точок).

5) На поверхні конуса також можна провести твірну- це пряма, що проходить через вершину конуса **S**, яку треба добудувати на фронтальній проекції. Через точку **1** і вершину **S** проведемо фронтальну проекцію твірної, яка буде перетинати основу конуса в точці **А**. За допомогою лінії проекційного зв'язку знайдемо горизонтальну проекцію точки **А**. Побудуємо горизонтальну проекцію твірної, до якої належить точка **1**, (з'єднавши **А1** з горизонтальною проекцією вершини конуса). Проведемо лінію проекційного зв'язку та знайдемо горизонтальну проекцію точки **1** .

6) Послідовно з'єднуючи горизонтальні проекції точок визначаємо горизонтальну проекцію лінії на поверхні.

7) Будуємо профільну проекцію кожної точки (фронтальна та горизонтальна проекції вже відомі).

8) Три проекції лінії на поверхні виконати кольоровим олівцем з огляду на видимість.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 26.

Питання для самоперевірки

1) Назвіть елементи багатогранної поверхні ?

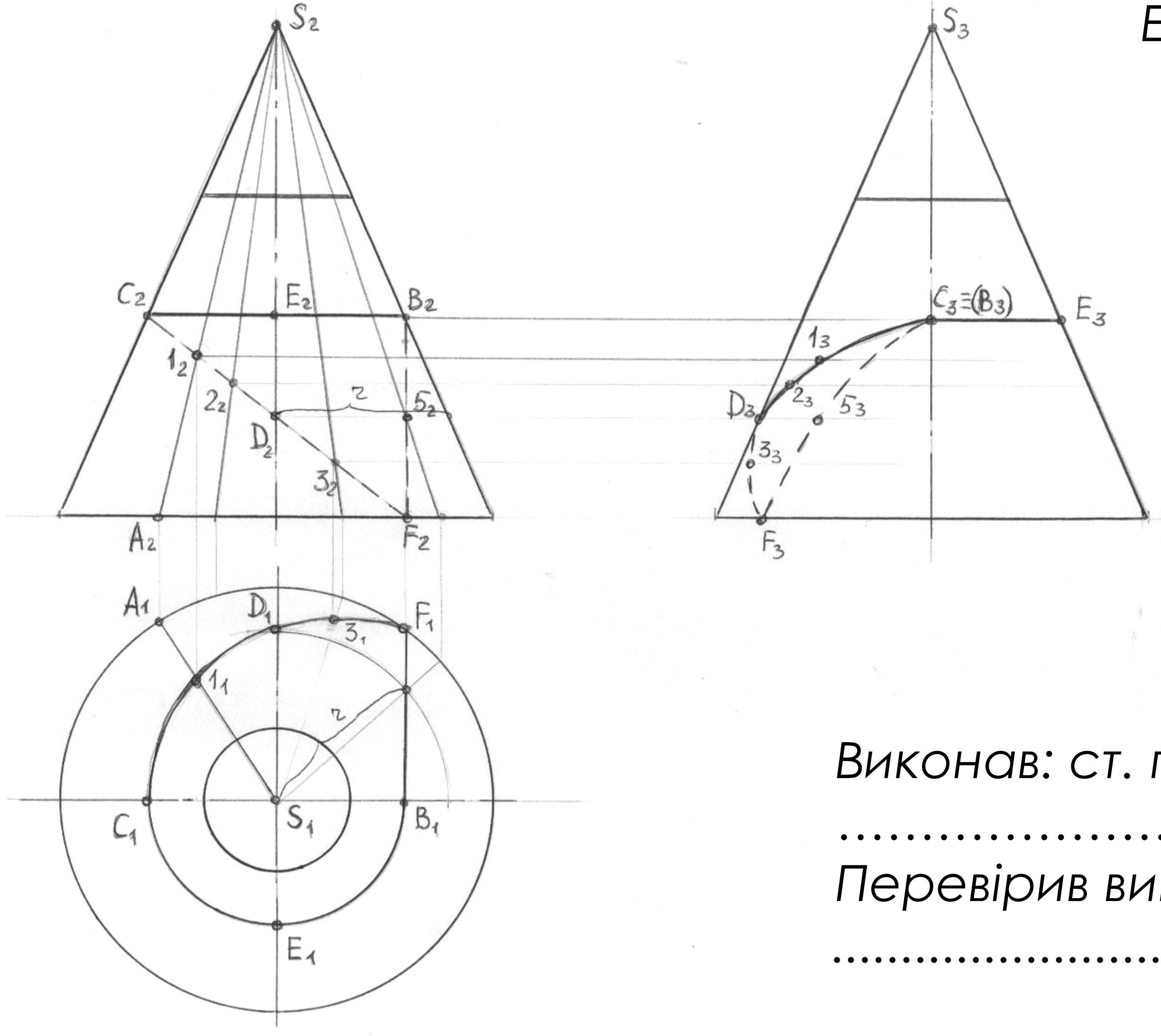
2) Назвіть елементи поверхні обігу ?

3) Сформулюйте принцип приналежності точки до поверхні.

4) Назвіть послідовність дій при побудові проекцій точок, які належать поверхні обігу.

5) Назвіть послідовність дій при побудові проекцій точок, які належать до багатогранної поверхні.

Епюр №5



Виконав: ст. гр.

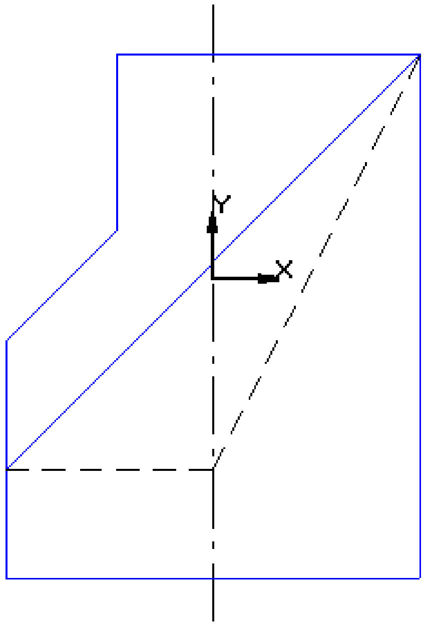
....

Перевірив викладач:

....

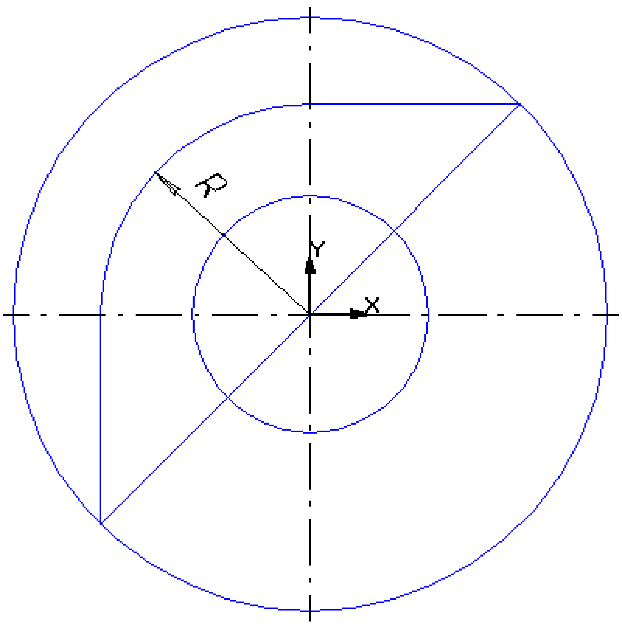
Варіанти задач для виконання епюра №5

Варіант 1



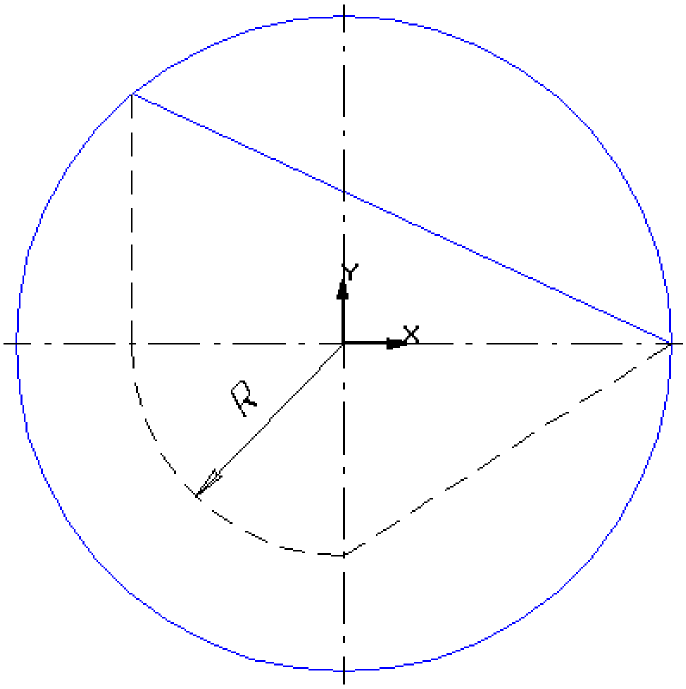
Фронтальна проекція циліндра

Варіант 2



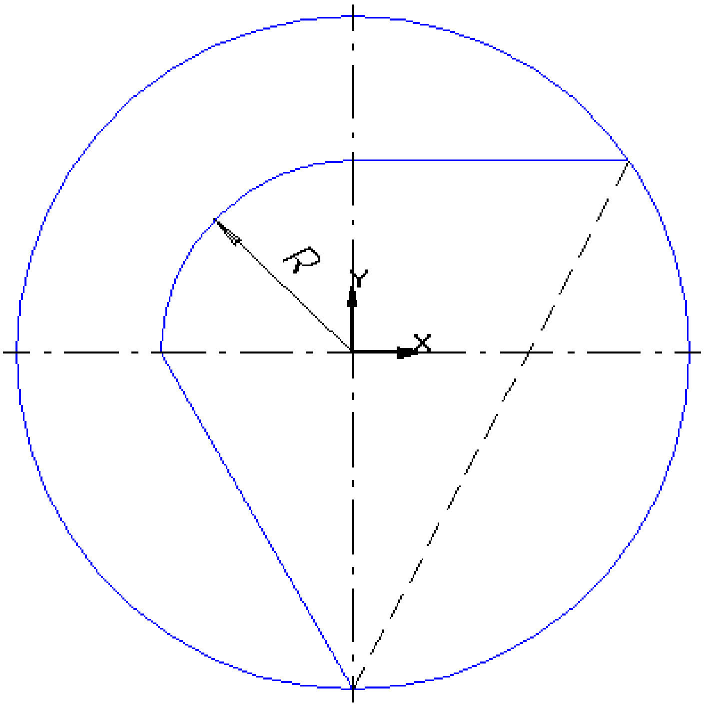
Горизонтальна проекція конуса (H=80 мм)

Варіант 3



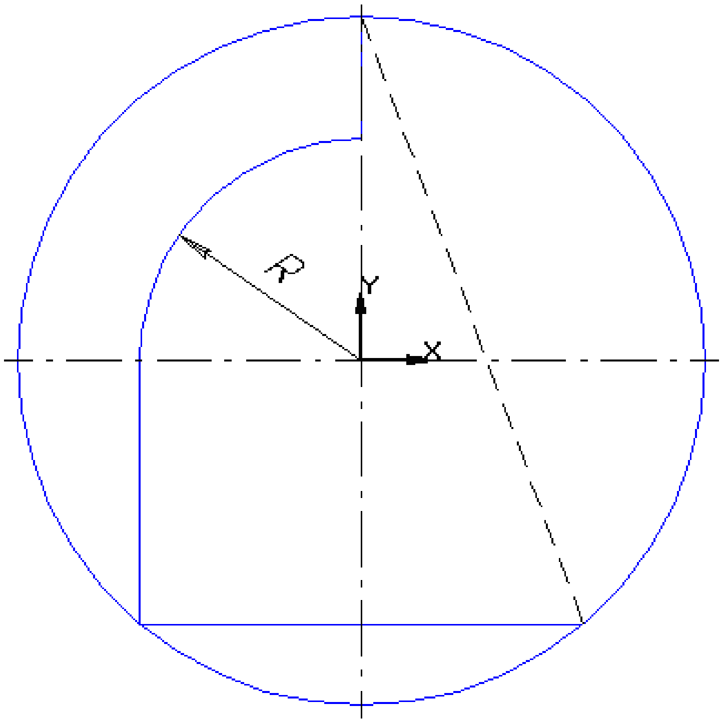
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 4



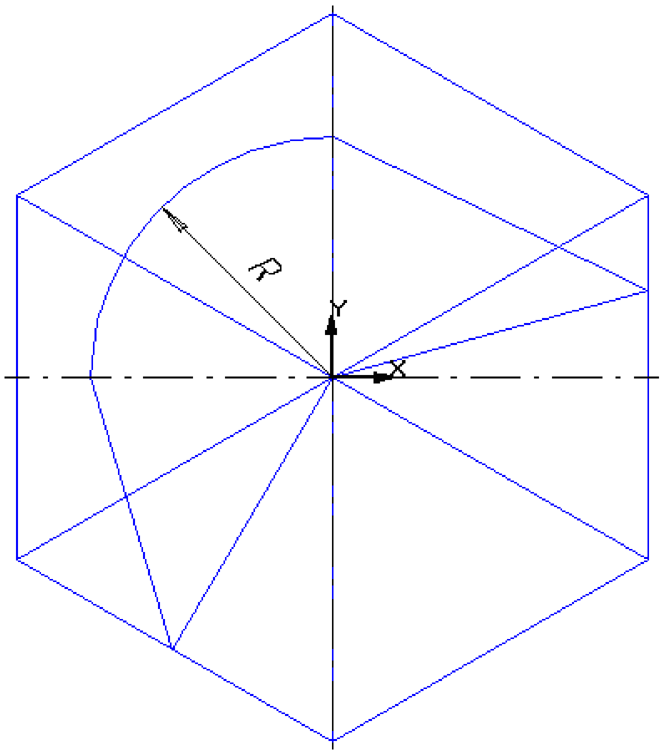
Фронтальна проекція сфери

Варіант 5



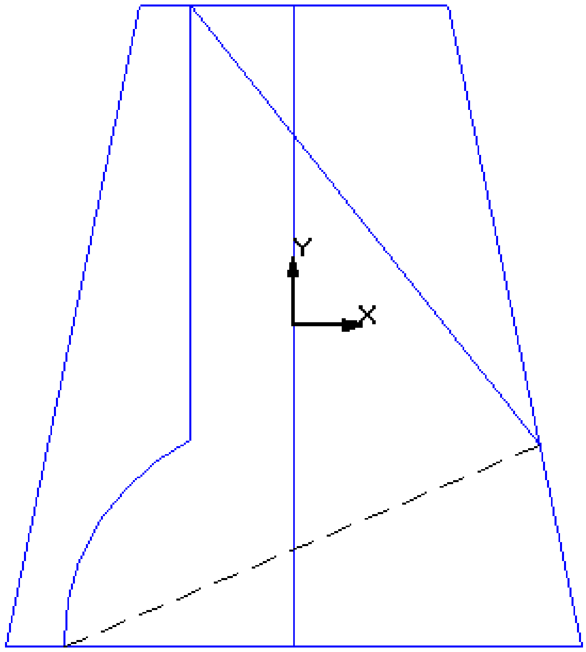
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 6



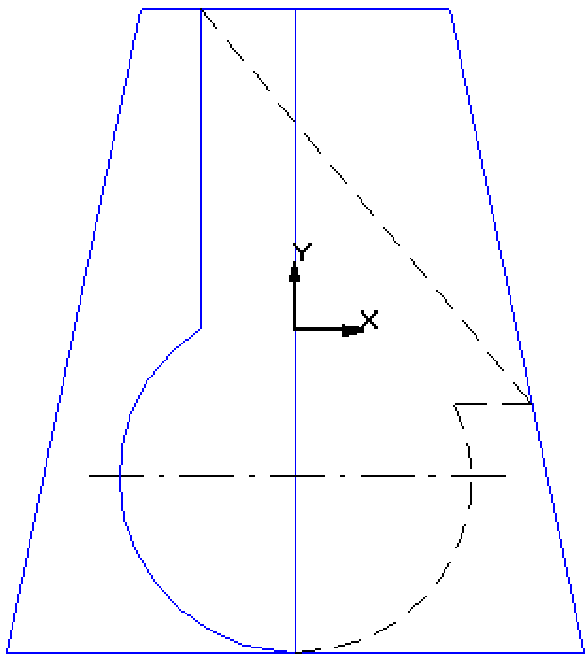
Горизонтальна проекція 6-и гранної піраміди

Варіант 7



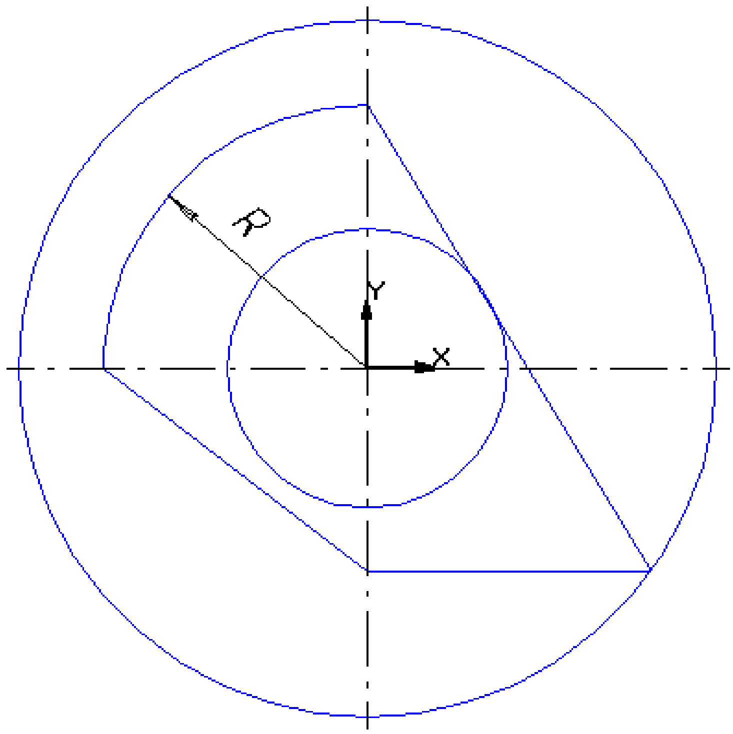
Фронтальна проекція 3-х гранної піраміди

Варіант 8



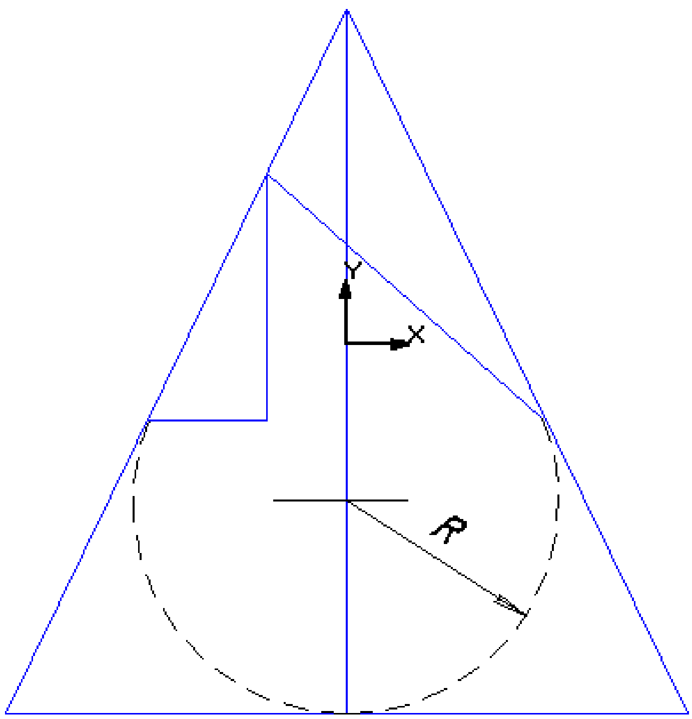
Фронтальна проекція 4-х гранної піраміди

Варіант 9



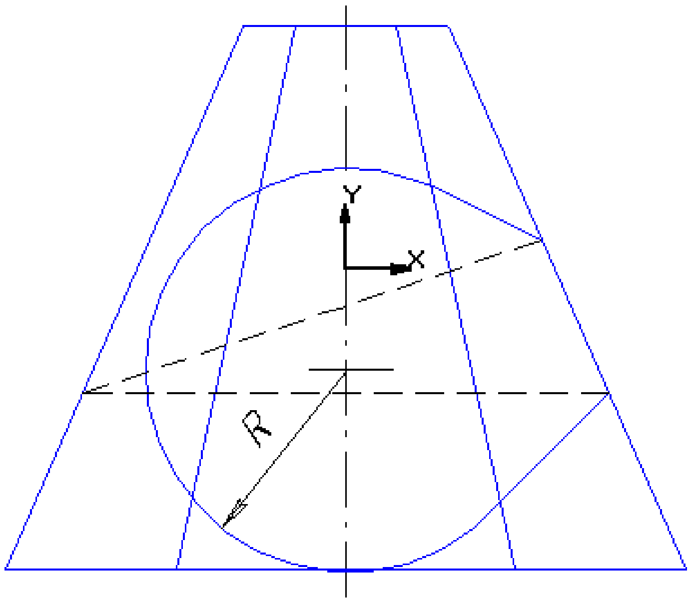
Горизонтальна проекція конуса (H=80 мм)

Варіант 10



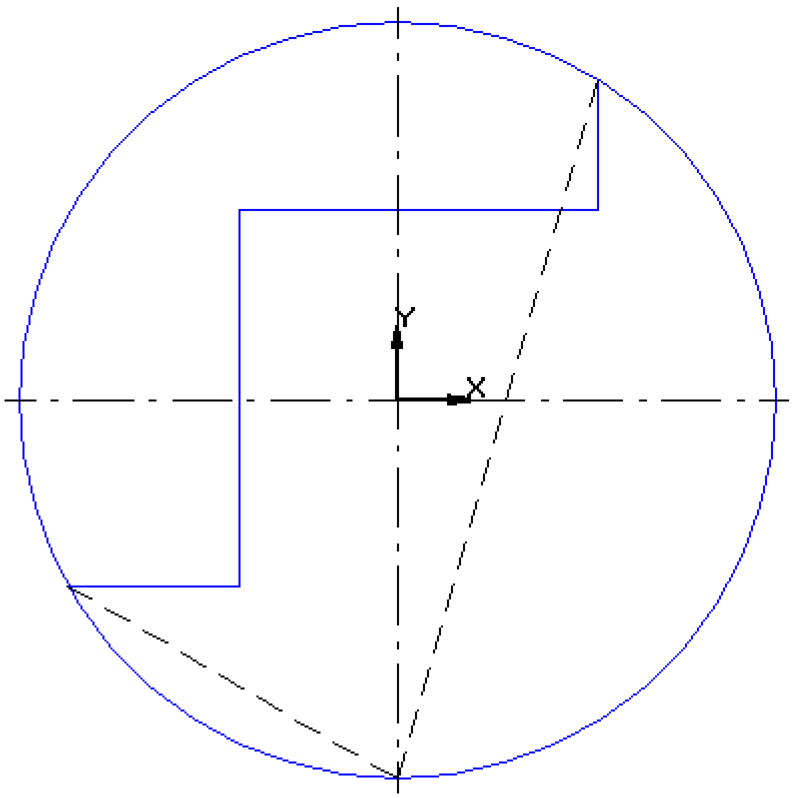
Фронтальна проекція 3-х гранної піраміди

Варіант 11



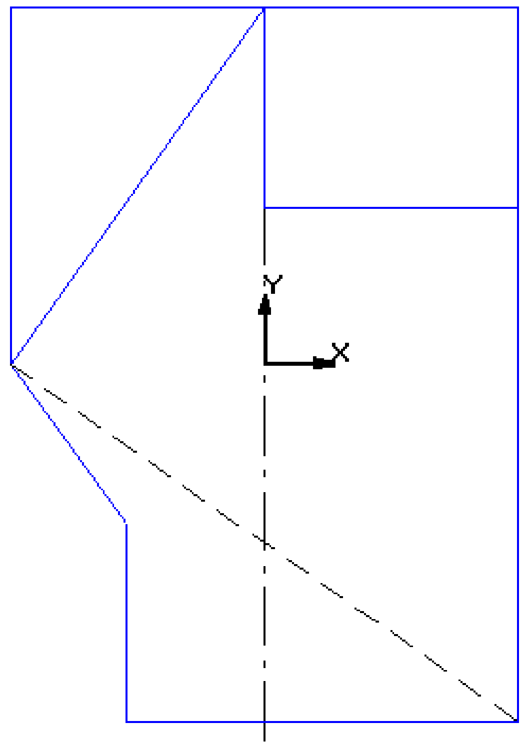
Профільна проекція 6-и гранної піраміди (H=80 мм)

Варіант 12



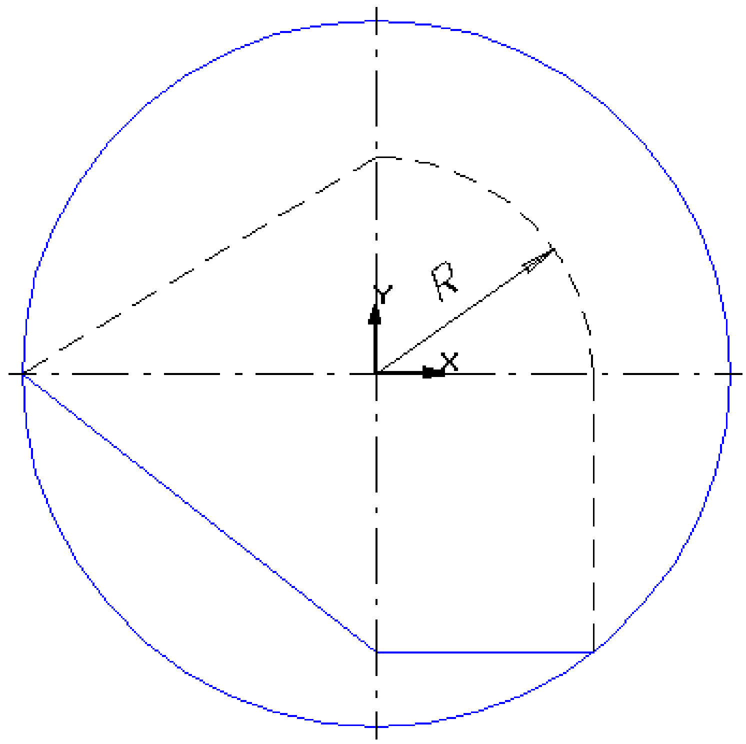
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 13



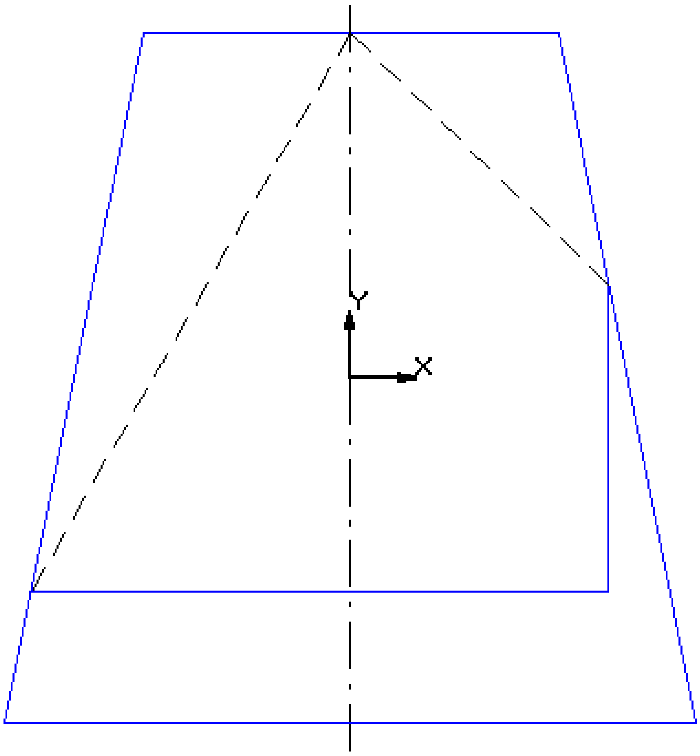
Фронтальна проекція циліндра

Варіант 14



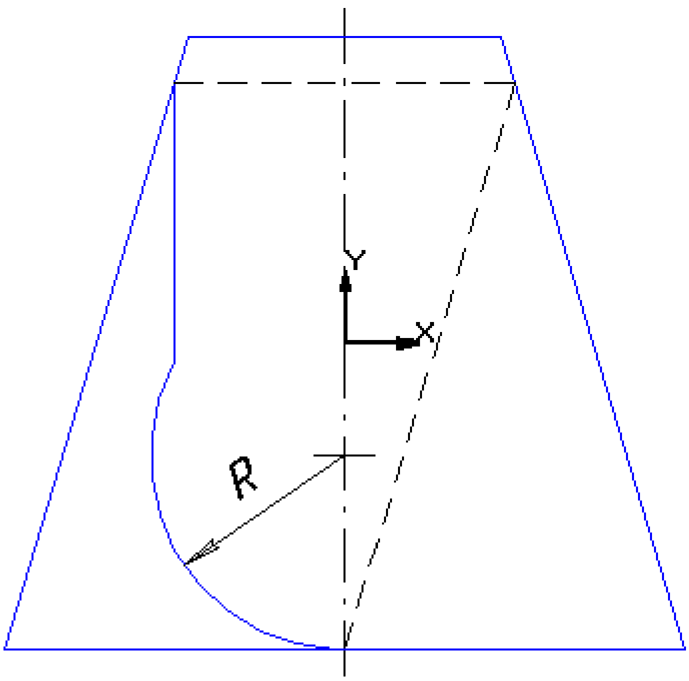
Фронтальна проекція сфери

Варіант 15



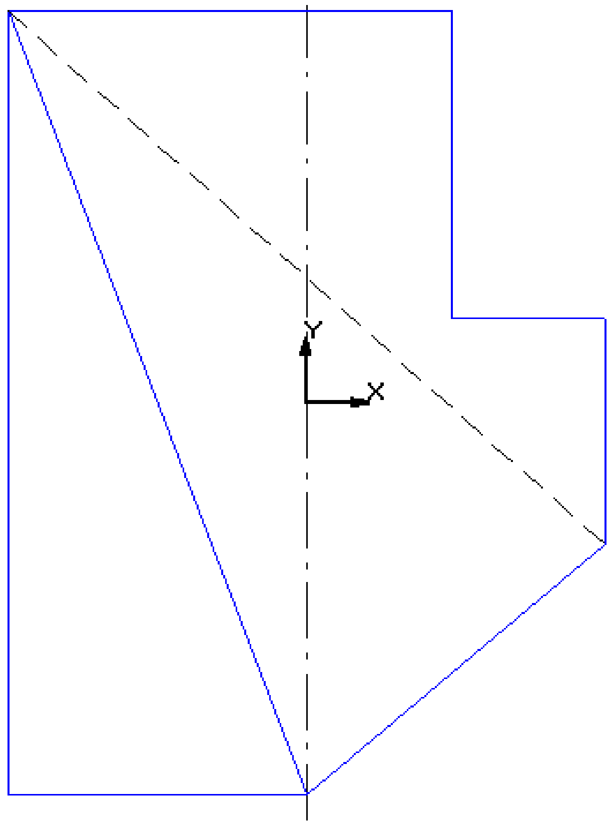
Фронтальна проекція конуса

Варіант 16



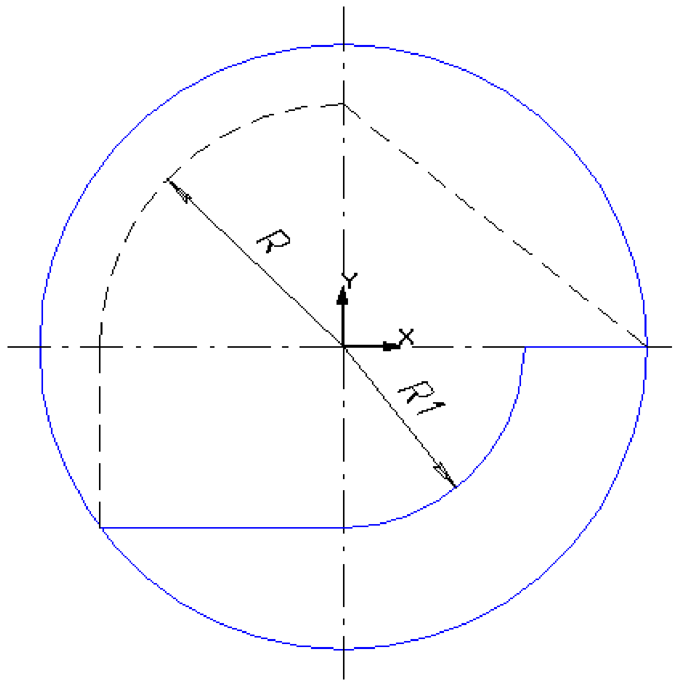
Фронтальна проекція 3-х гранної піраміди

Варіант 17



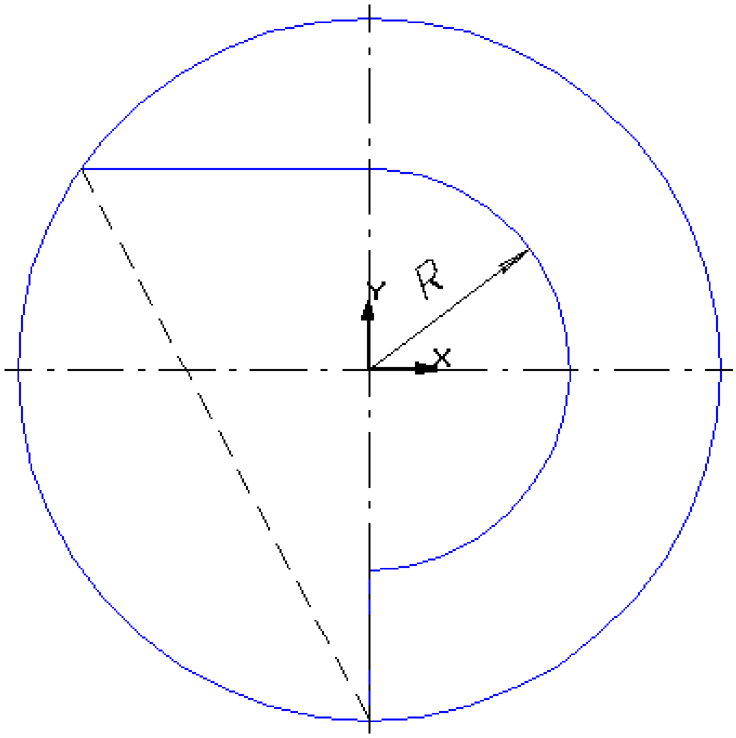
Профільна проекція циліндра

Варіант 18



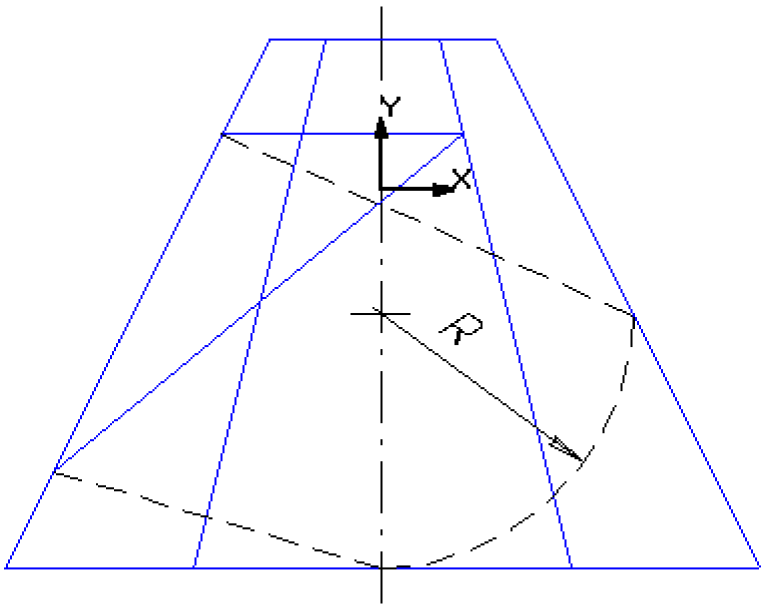
Фронтальна проекція сфери

Варіант 19



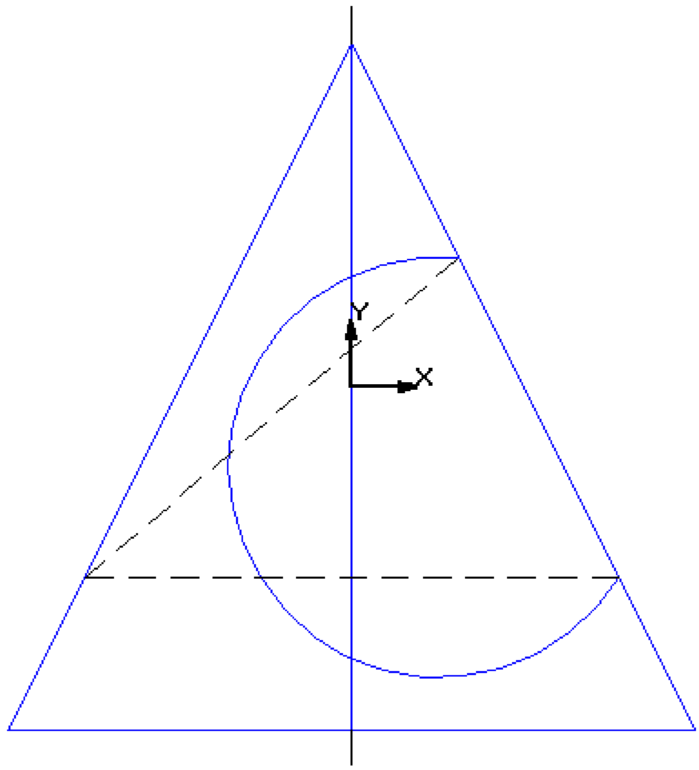
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 20



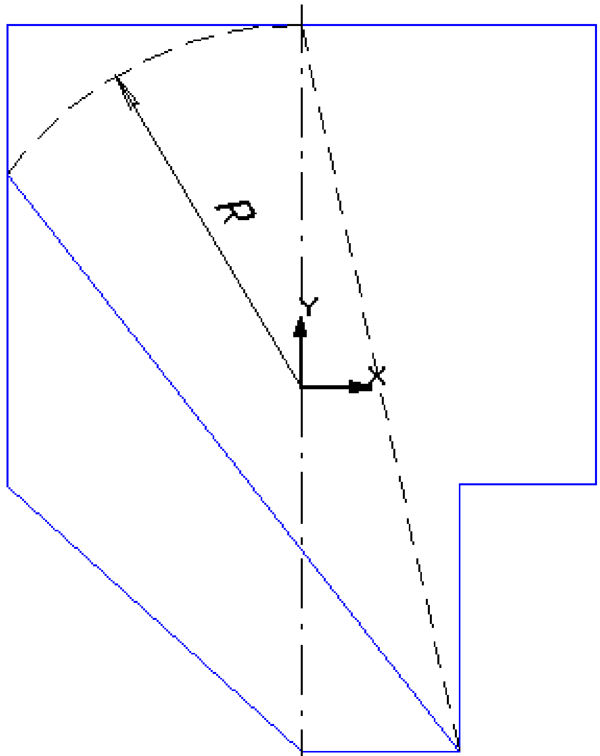
Фронтальна проекція 6-и гранної піраміди

Варіант 21



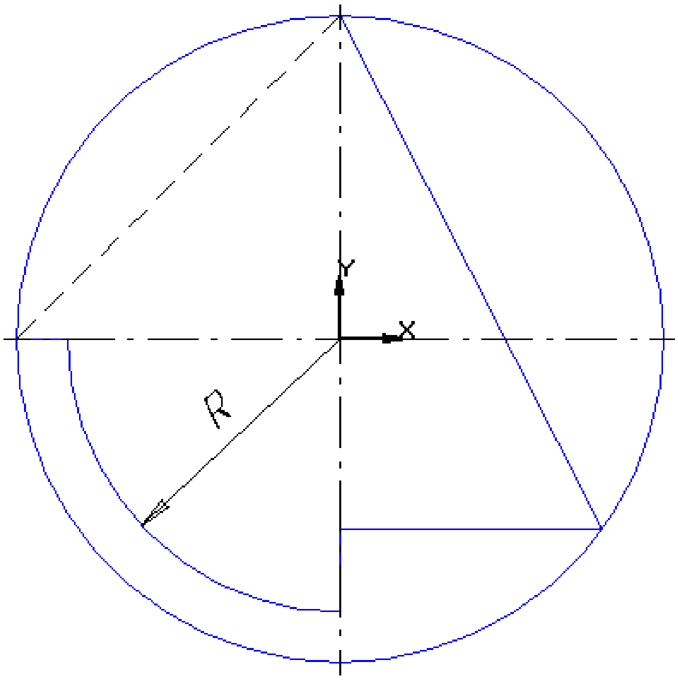
Фронтальна проекція 4-х гранної піраміди

Варіант 22



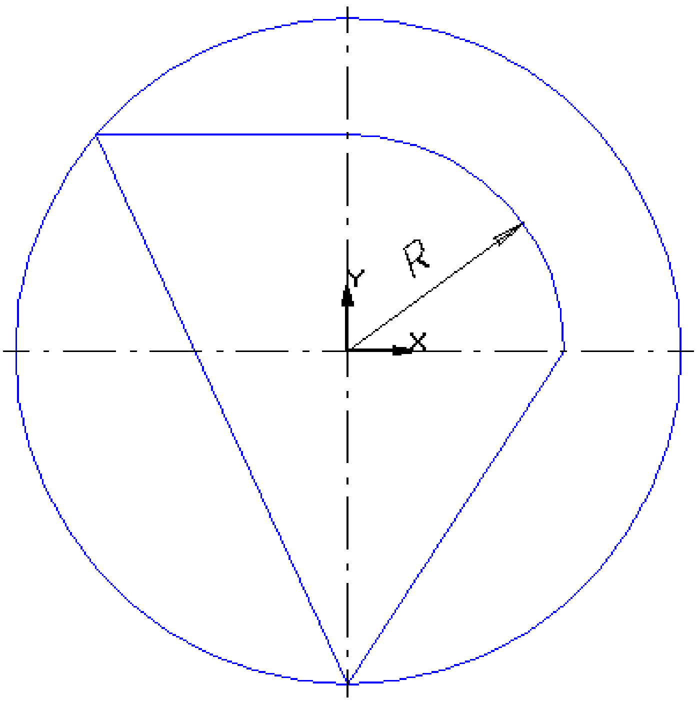
Фронтальна проекція циліндра

Варіант 23



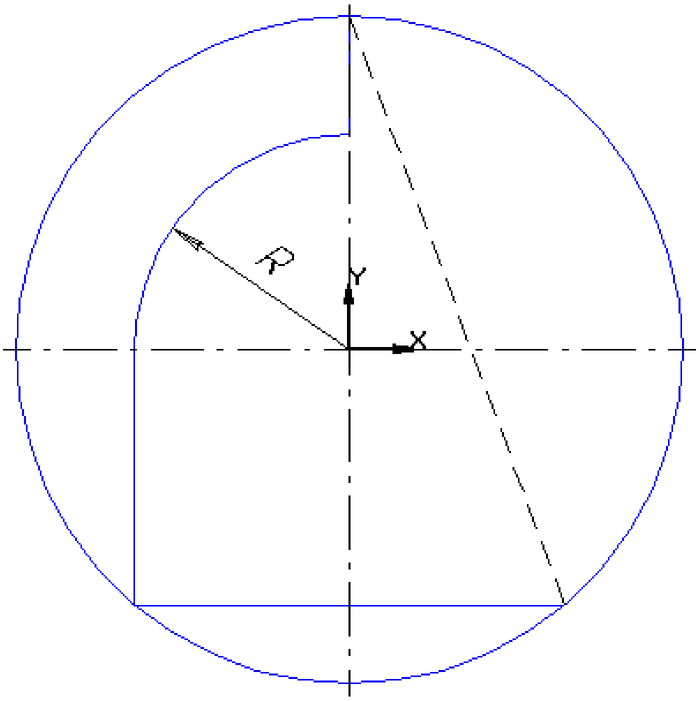
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 24



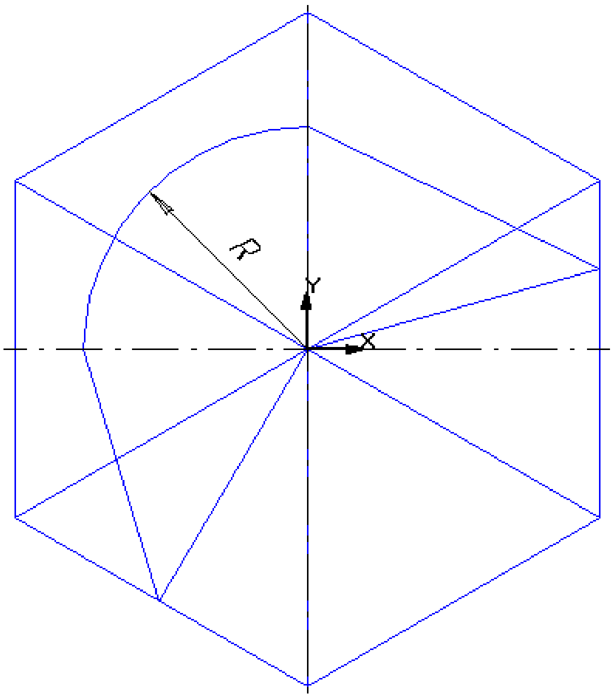
Горизонтальна проекція конуса

Варіант 25



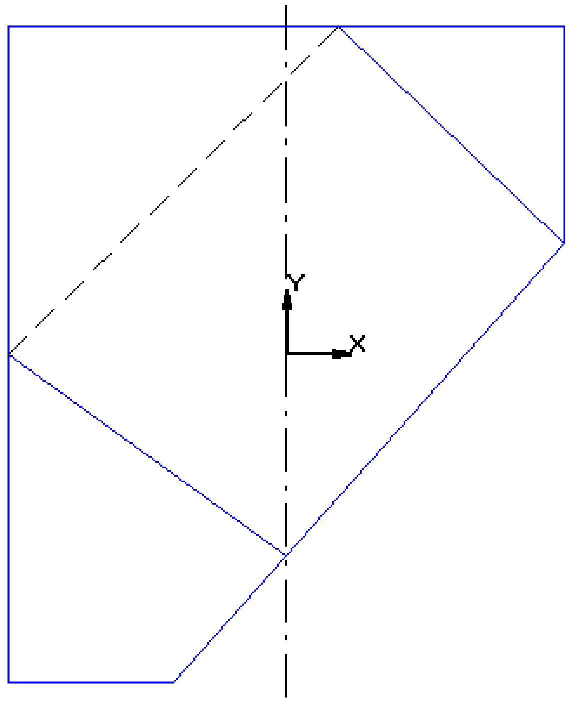
Горизонтальна проекція сфери

Варіант 26



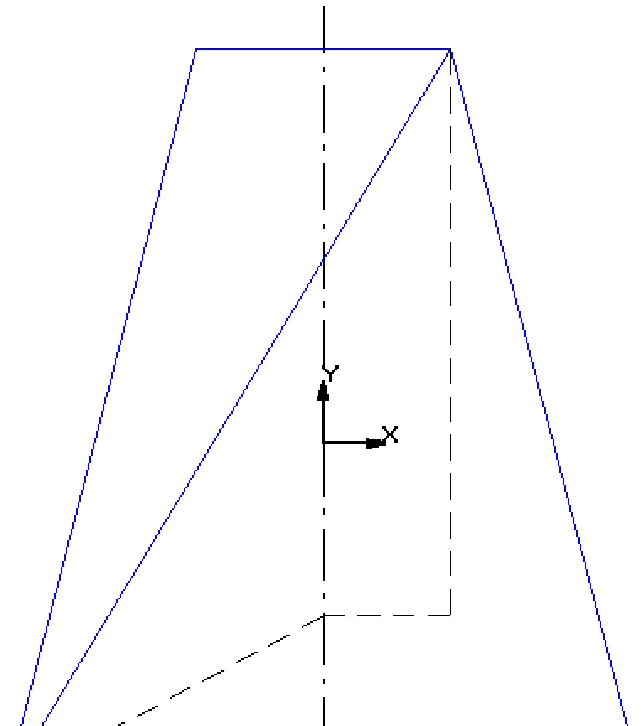
Горизонтальна проекція 6-и гранної піраміди

Варіант 27



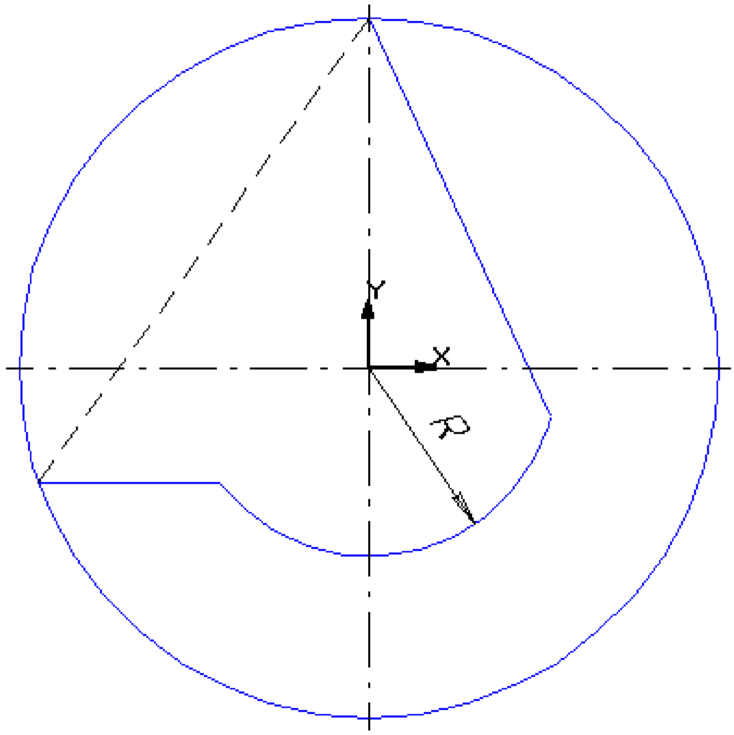
Профільна проекція циліндра

Варіант 28



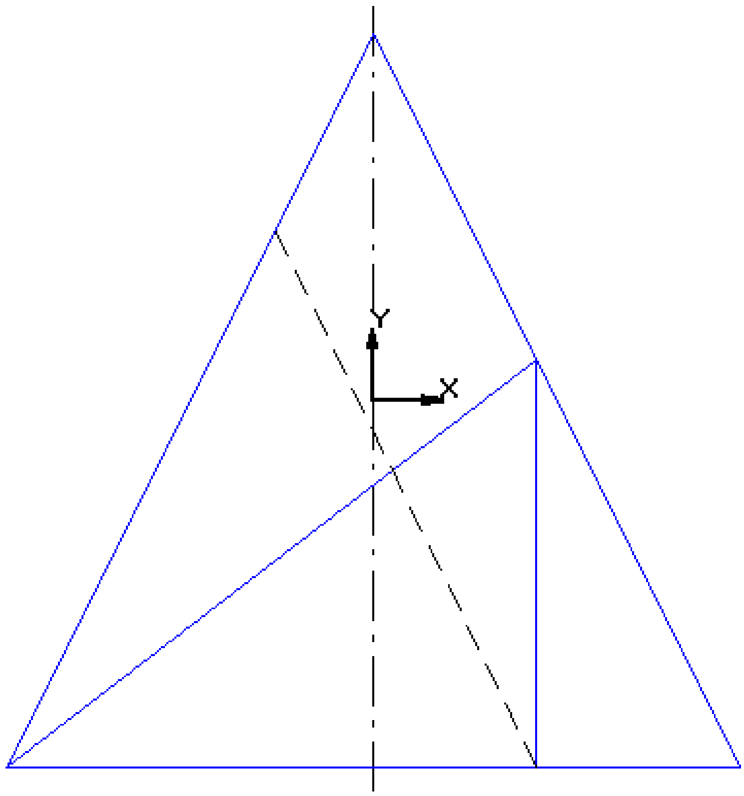
Фронтальна проекція конуса

Варіант 29



Горизонтальна проекція сфери

Варіант 30



Профільна проекція конуса

Епюр №6

За варіантом побудувати третю проекцію заданих поверхонь, три проекції лінії їхнього перетину та визначити видимість лінії перетину на всіх проекціях (дивись варіанти завдань до епюра стор. 45).

- Лінія перетину багатогранних поверхонь це просторова ламана замкнута.

- Відрізки, з яких складається ламана, будують або як лінії перетину граней однієї з поверхонь із гранями іншої поверхні, або як відрізки що з'єднують точки перетину ребер однієї з поверхонь із гранями іншої.

- Якщо одна з поверхонь (що перетинаються) є проектуючою, то одна проекція лінії перетину вже є на кресленні. Вона належить сліду цієї зручно розташованої поверхні. Друга проекція шуканої лінії перетину може бути знайдена з умови приналежності її точок другої поверхні, що не є проектуючою.

- Побудову лінії перетину починають із визначення опорних точок. Це точки перелому , точки, що розділяють видиму та невидиму частини поверхні.

- Якщо обидві поверхні займають загальне положення, то варто перетворити креслення (якимось з відомих методів перетворення креслення), щоб одна з поверхонь стала проектуючою.

Алгоритм вирішення задачі:

1) Визначити вид поверхонь та їхнє розташування щодо площин проекцій (яка з поверхонь є проектуючою).

2) Визначити опорні точки.

3) Побудувати відсутні проекції опорних точок лінії перетину, як точки що належать поверхні.

4) Визначити видимі та невидимі ділянки лінії перетину поверхонь на всіх проекціях.

Приклад виконання епюра:

1) Наприклад, завдано дві проекції усіченої шестигранної піраміди та чотиригранної призми. Будуємо третю проекцію обох поверхонь.

2) Поверхня призми є фронтально-проектуючою, тобто фронтальна проекція лінії перетину є на кресленні.

3) Позначаємо на фронтальній проекції опорні точки ($\mathbf{1_2}$, $\mathbf{2_2}$, $\mathbf{3_2}$, $\mathbf{4_2}$,$\mathbf{5_2}$, $\mathbf{6_2}$, $\mathbf{7_2}$, $\mathbf{8_2}$,$\mathbf{9_2}$, $\mathbf{10_2}$, $\mathbf{11_2}$,$\mathbf{12_2}$,$\mathbf{13_2}$,$\mathbf{14_2}$,$\mathbf{15_2}$,$\mathbf{16_2}$).

4) Будуємо відсутні проекції точок, вважаючи їх такими , що належать поверхні усіченої піраміди. Для побудови відсутніх проекцій точок, що розташовані на ребрах піраміди (**2** є **АК**, **3** є **FN**, **5** є **FN**, **8** є **АК**, **10** є **CP**, **11**є **DR**, **13** є **DR**, **16** є **CP**) досить провести лінії зв'язку на горизонтальну проекцію відповідного ребра.

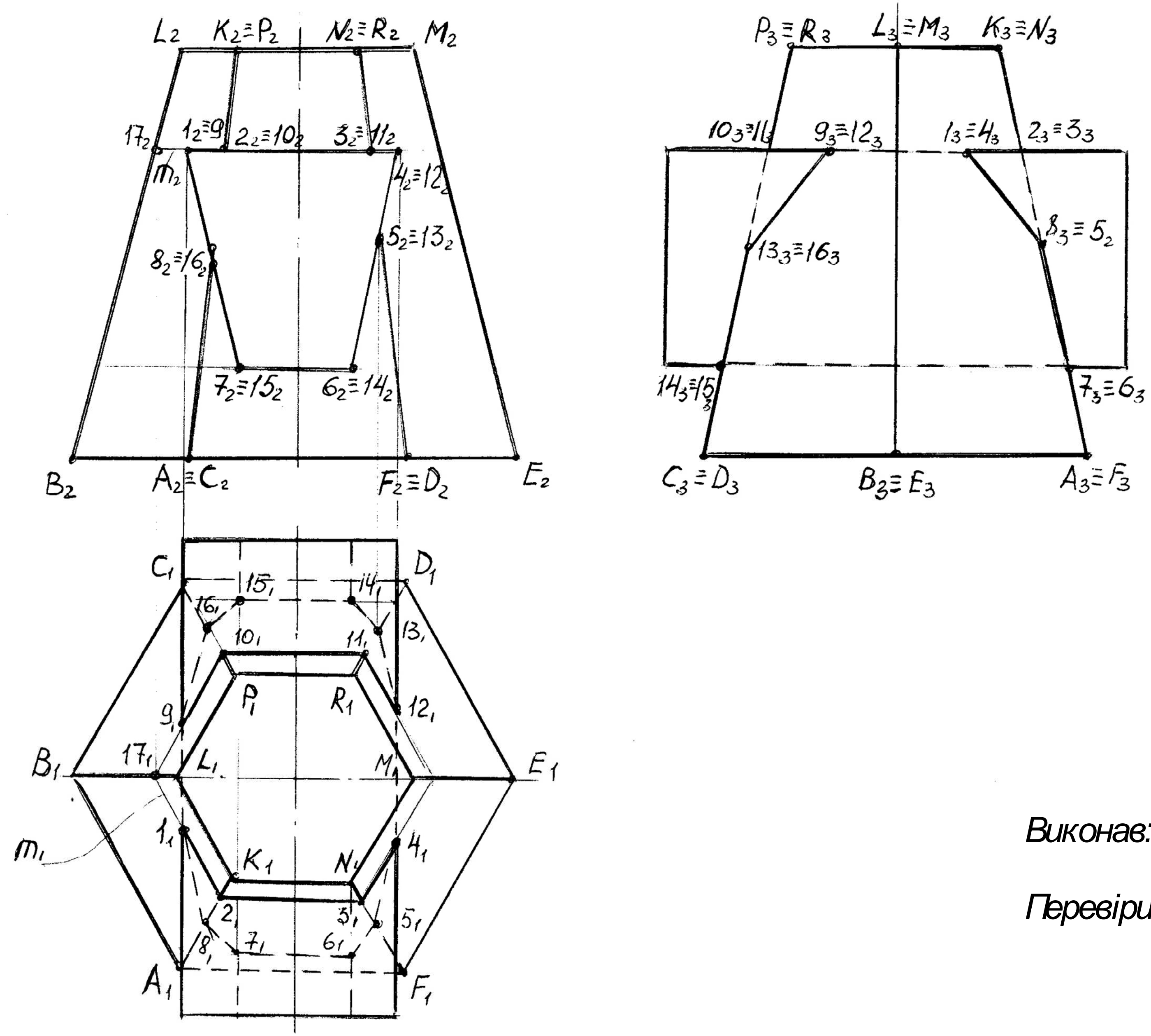
5) Будуємо відсутні проекції точок, що розташовані на гранях піраміди. Точка **1** є **ABLK** отже вона належить лінії, що розташована в площині цієї грані. Проведемо в площині **ABLK** через точку **1** лінію паралельну **AB** (**m**), вона перетне відрізок **BL** у точці **17**. Побудуємо горизонтальну проекцію точки **17** та проведемо через неї горизонтальну проекцію лінії паралельній прямій **AB** ($\mathbf{m_1}$). По лінії зв'язку знаходимо горизонтальну проекцію точки **1**, що належить лінії паралельної **AB** (**m**). Аналогічно будуємо відсутні проекції точок **3, 6, 7, 9, 11,14,15** з урахуванням приналежності кожної з них до певної грані.

6) Наводимо проекції лінії перетину з урахуванням видимості (на видимій грані - ділянка лінії перетину видима, на невидимій - невидима).

Приклад виконання епюра приведений на стор.44.

Питання для самоперевірки:

1) Яка лінія виходить при перетині двох багатогранників?
2) Які точки є опорними при перетині багатогранників?
3) Як визначити видимість ділянок лінії перетину?
4) Як побудувати відсутні проекції точки , що розташована на грани?



Епюр №6

Виконав: студент групи …….

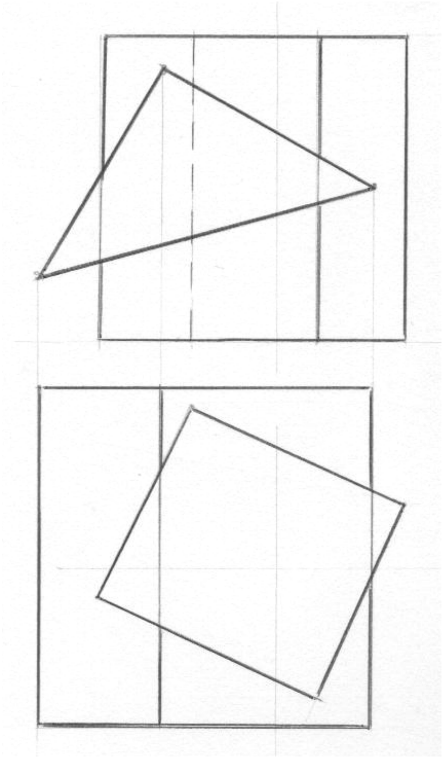
……………………………

Перевірив: викладач

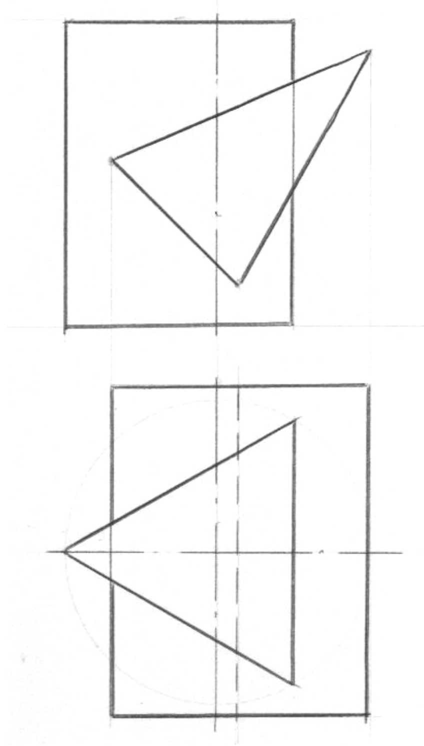
………………………..

Варіанти задач для виконання епюра №6

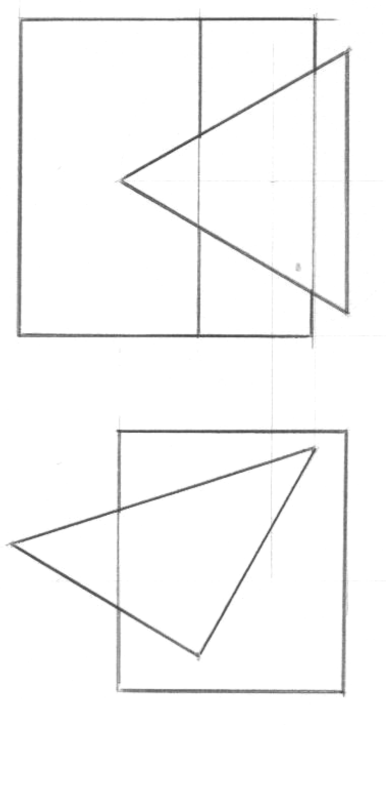
Варіант 1



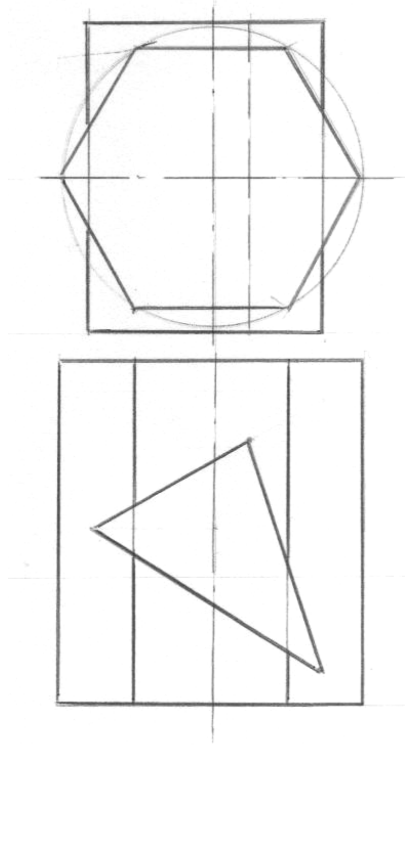
Варіант 2



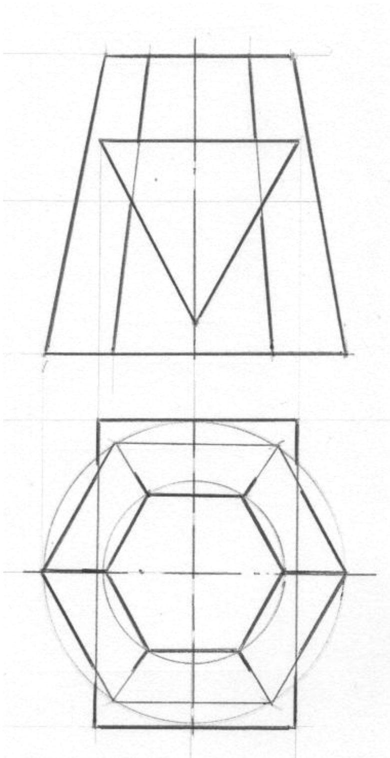
Варіант 3



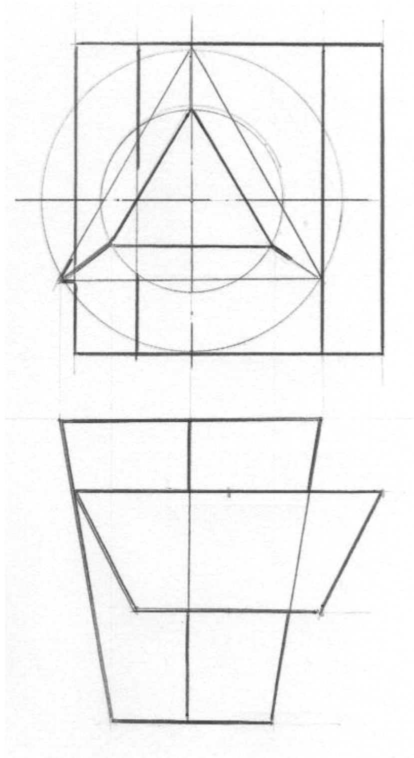
Варіант 4



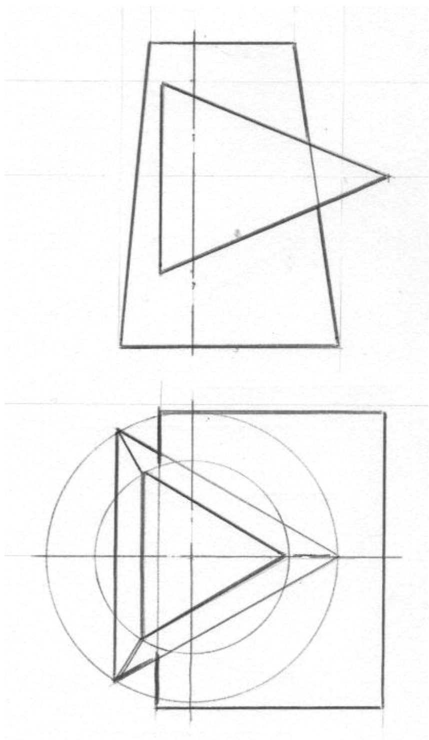
Варіант 5



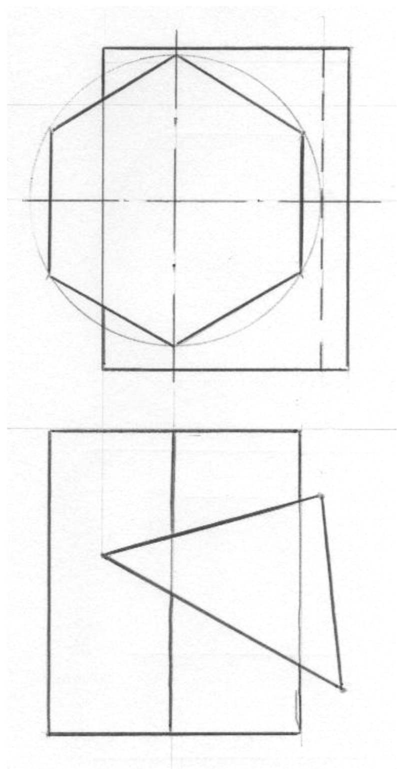
Варіант 6



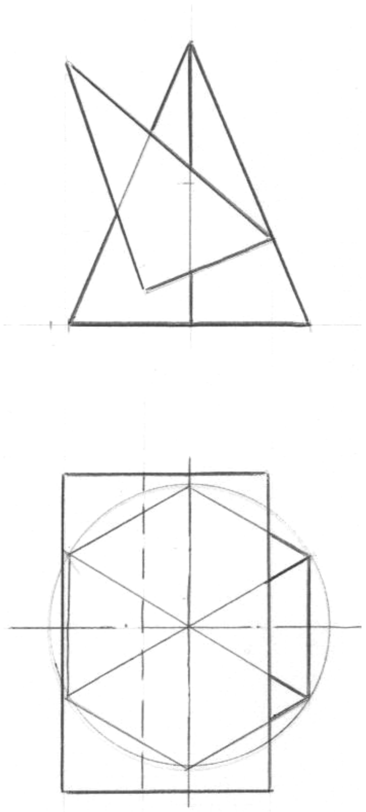
Варіант 7



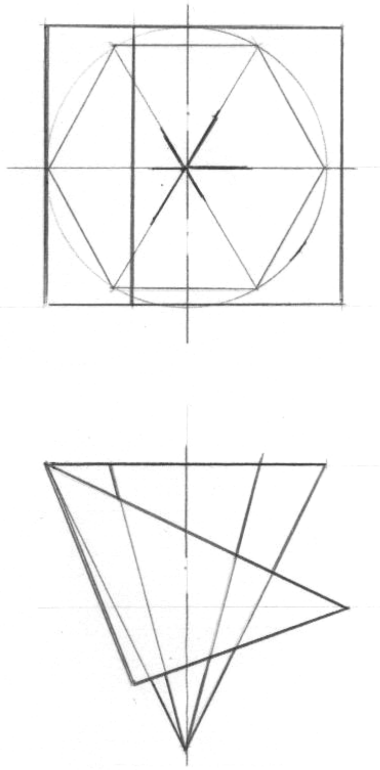
Варіант 8



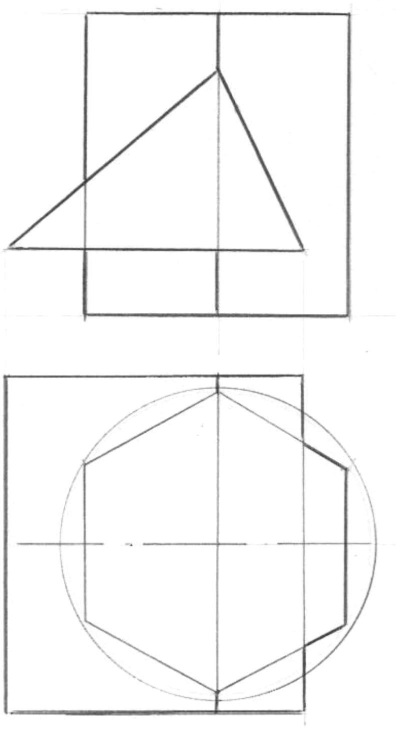
Варіант 9



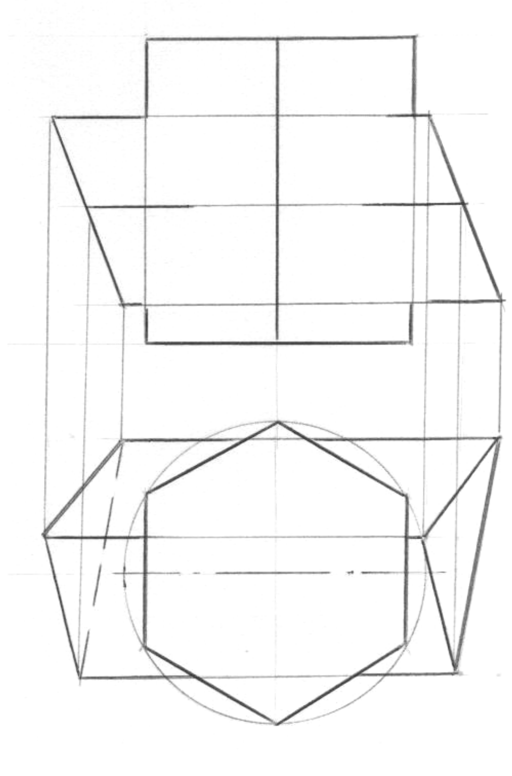
Варіант 10



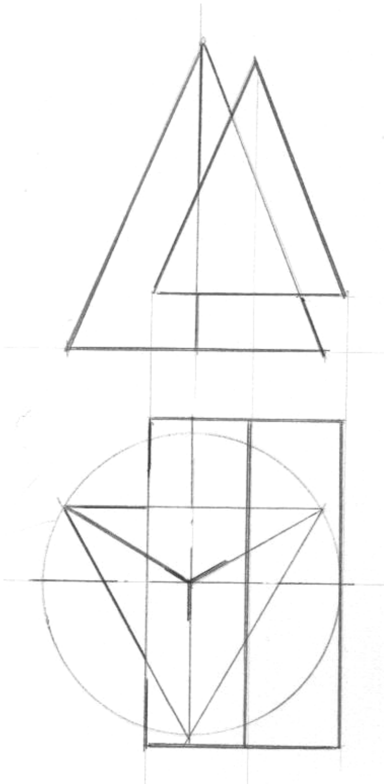
Варіант 11



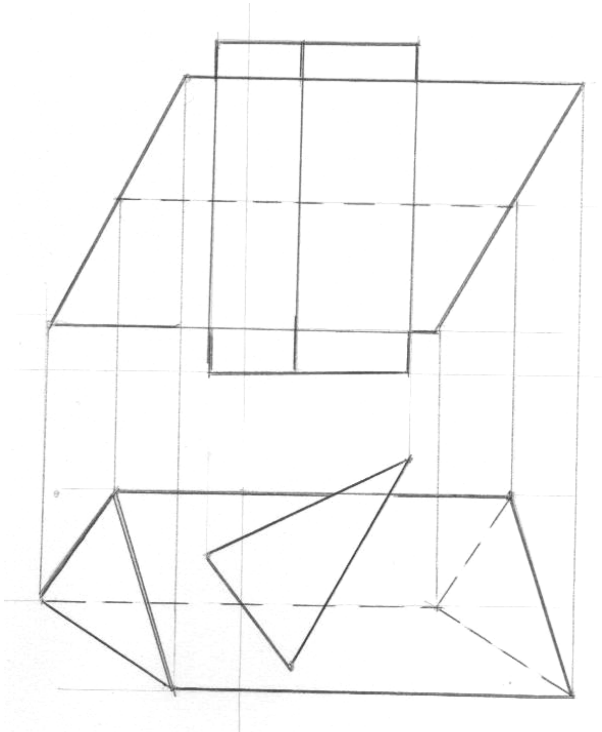
Варіант 12



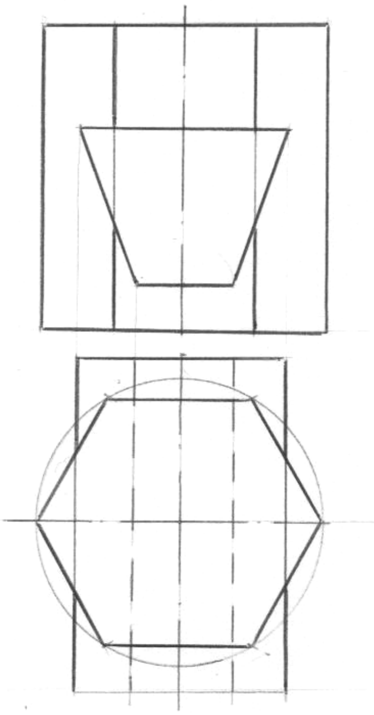
Варіант 13



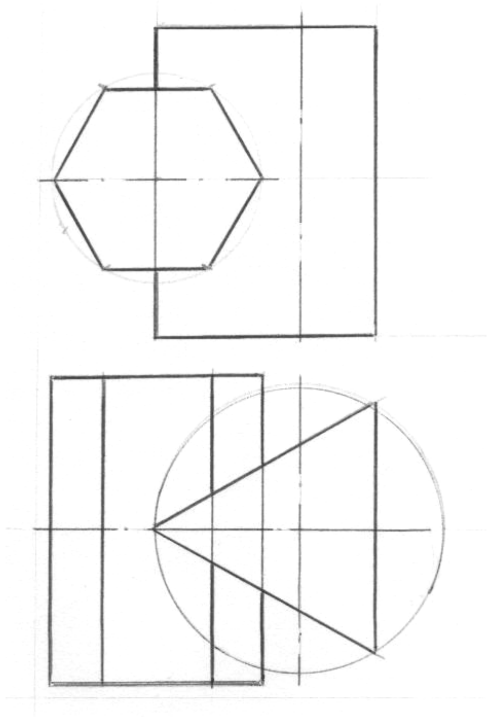
Варіант 14



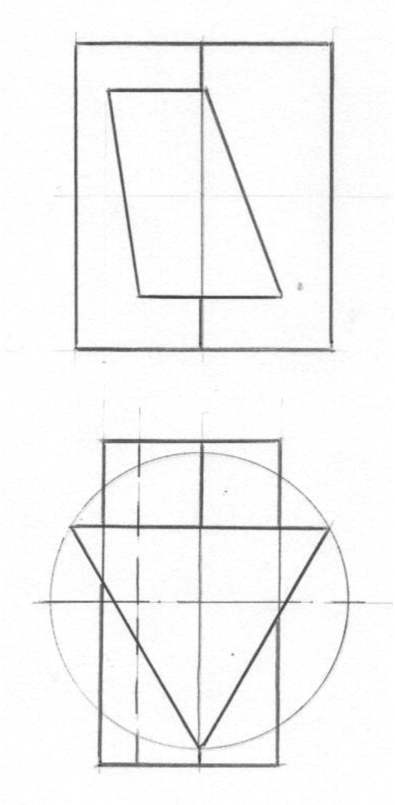
Варіант 15



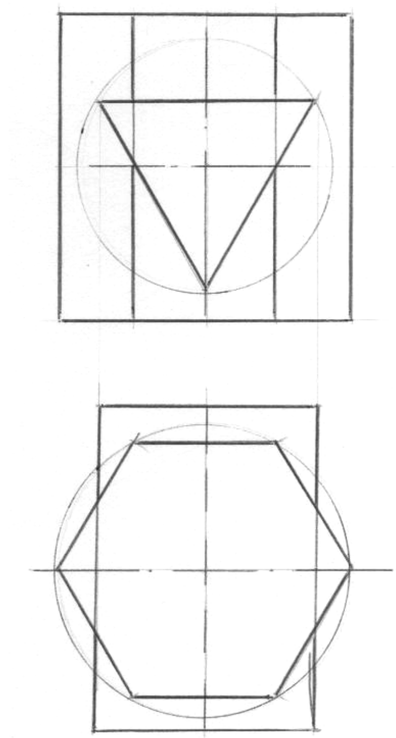
Варіант 16



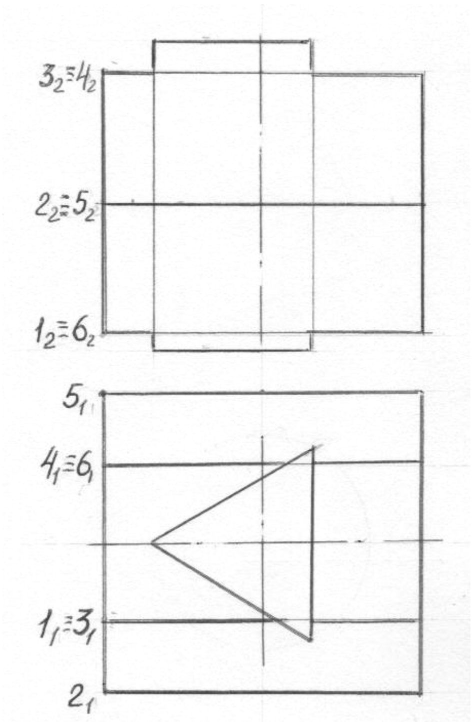
Варіант 17



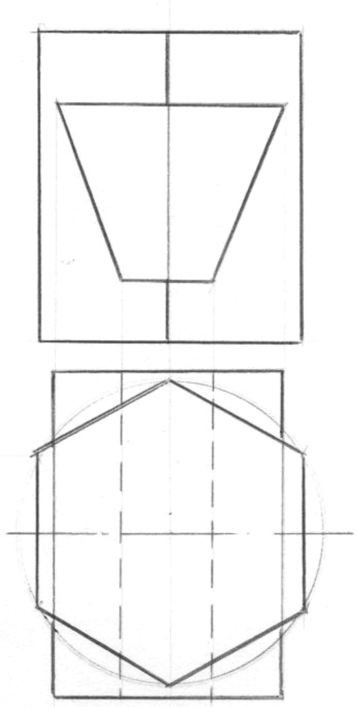
Варіант 18



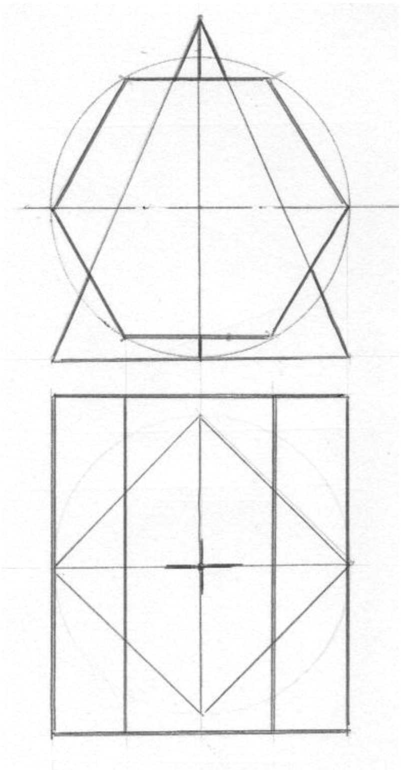
Варіант 19



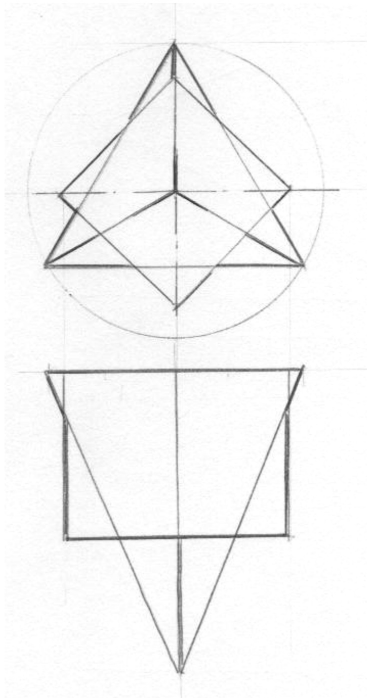
Варіант 20



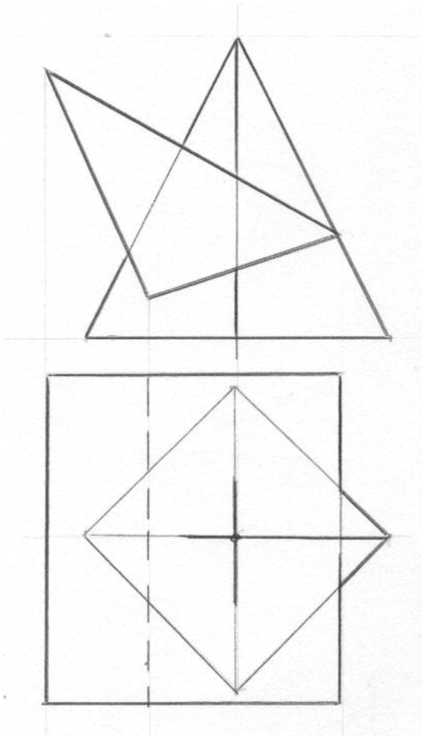
Варіант 21



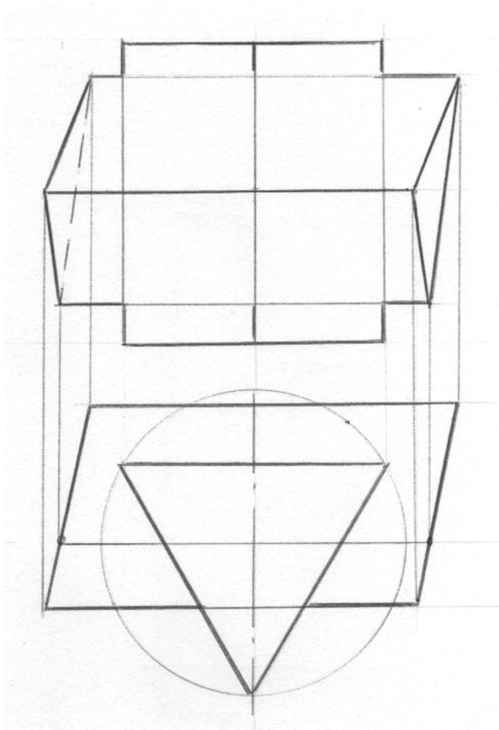
Варіант 22



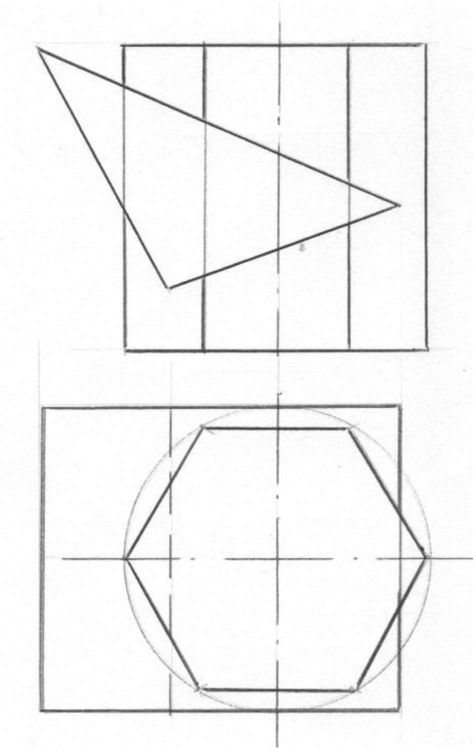
Варіант 23



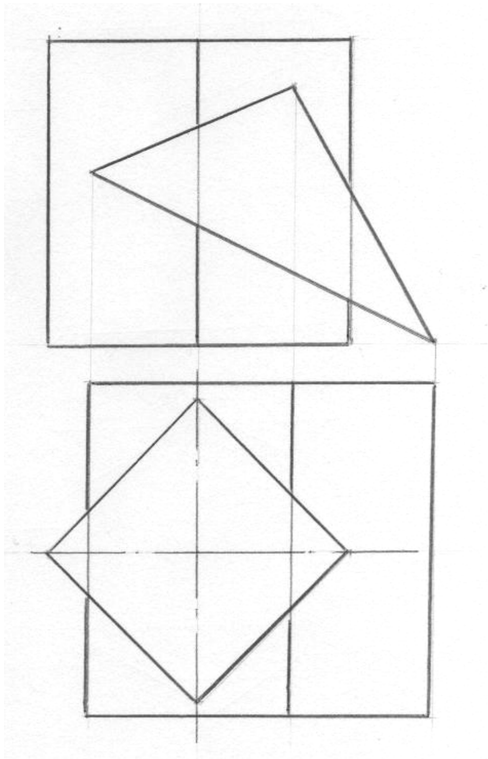
Варіант 24



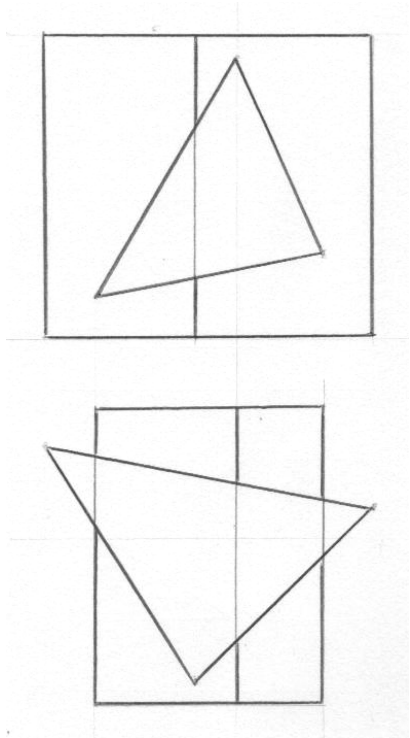
Варіант 25



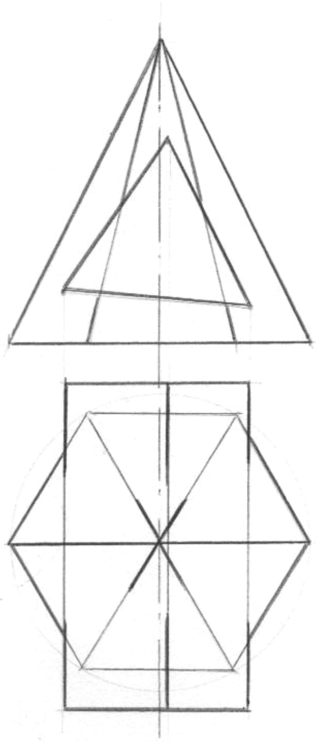
Варіант 26



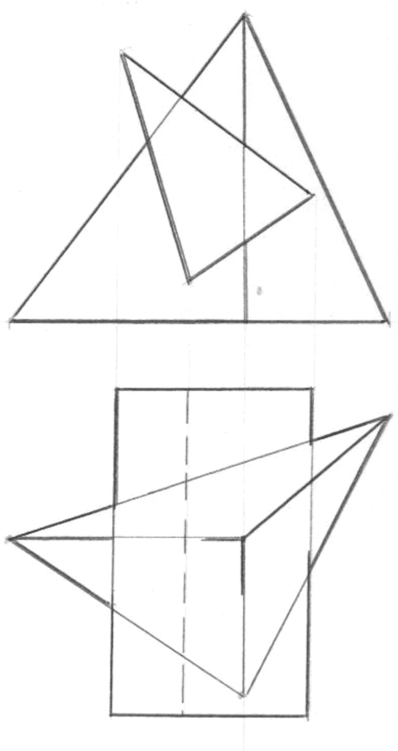
Варіант 27



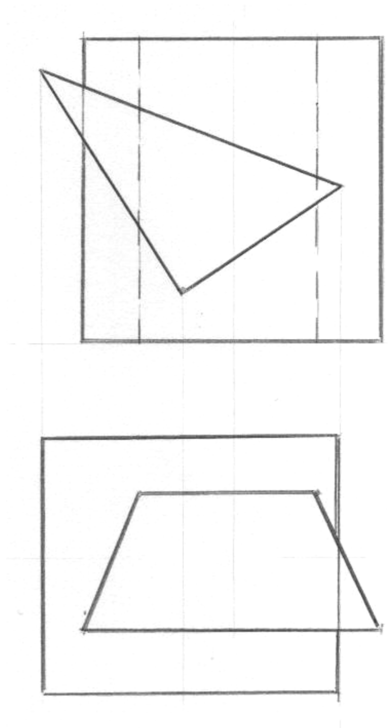
Варіант 28



Варіант 29



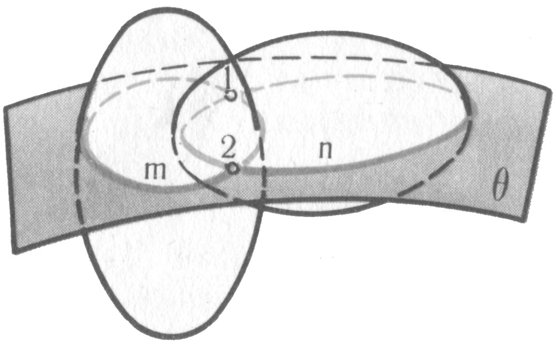
Варіант 30



Епюр №7

За варіантом побудувати три проекції кривих поверхонь, які взаємно перетинаються. Три проекції лінії перетину поверхонь (лінію перетину побудувати за допомогою методів допоміжних площин-посередників або допоміжних сфер) з урахуванням її видимості (дивись варіанти задач епюра стор. 56). Побудувати аксонометричну проекцію однієї з поверхонь.

Щоб визначити проекції лінії перетину, треба знайти проекції точок, спільних для поверхонь, що розглядаються. Лінію взаємного перетину будують за точками перетину лінії однієї поверхні з іншою або з її лініями. Для цього криві поверхні перетинаються третьою поверхнею, яку називають **посередником**. Дві криві лінії перетину **m** і **n,** що належать поверхні – посереднику, перетинаючись, утворюють точки **1** та **2** шуканої лінії взаємного перетину. Виконавши таку операцію кілька разів, дістають потрібну кількість точок для проведення кривої взаємного перетину.



Як січні часто беруть такі площини, що перетинають дані поверхні по простих для побудови лініях - окружність, чи пряма.

При побудові лінії взаємного перетину та визначенні видимості велике значення мають характерні точки цієї лінії, які треба визначити спочатку. До таких точок належать найвища та найнижча, а також точки на контурі кожної поверхні, бо вони відділяють видиму ділянку лінії перетину від невидимої.

У випадку коли одна з кривих поверхонь є проектуючою, то задача побудови лінії перетину значно спрощується, бо проекція лінії перетину вже є на кресленні.

Алгоритм розв’язання задачі:

1) Визначають вид кривих поверхонь;
2) Якщо одна з поверхонь проектуюча, то визначаємо до якої з площин проекцій (на цій проекції вже є проекція лінії перетину поверхонь).
3) Лінію на поверхні розподіляють на точки (визначають опорні й проміжні точки);
4) Будують проекції точок, які невизначені на кресленні.
5) Проекції точок з'єднують лінією.

Приклад виконання епюра:

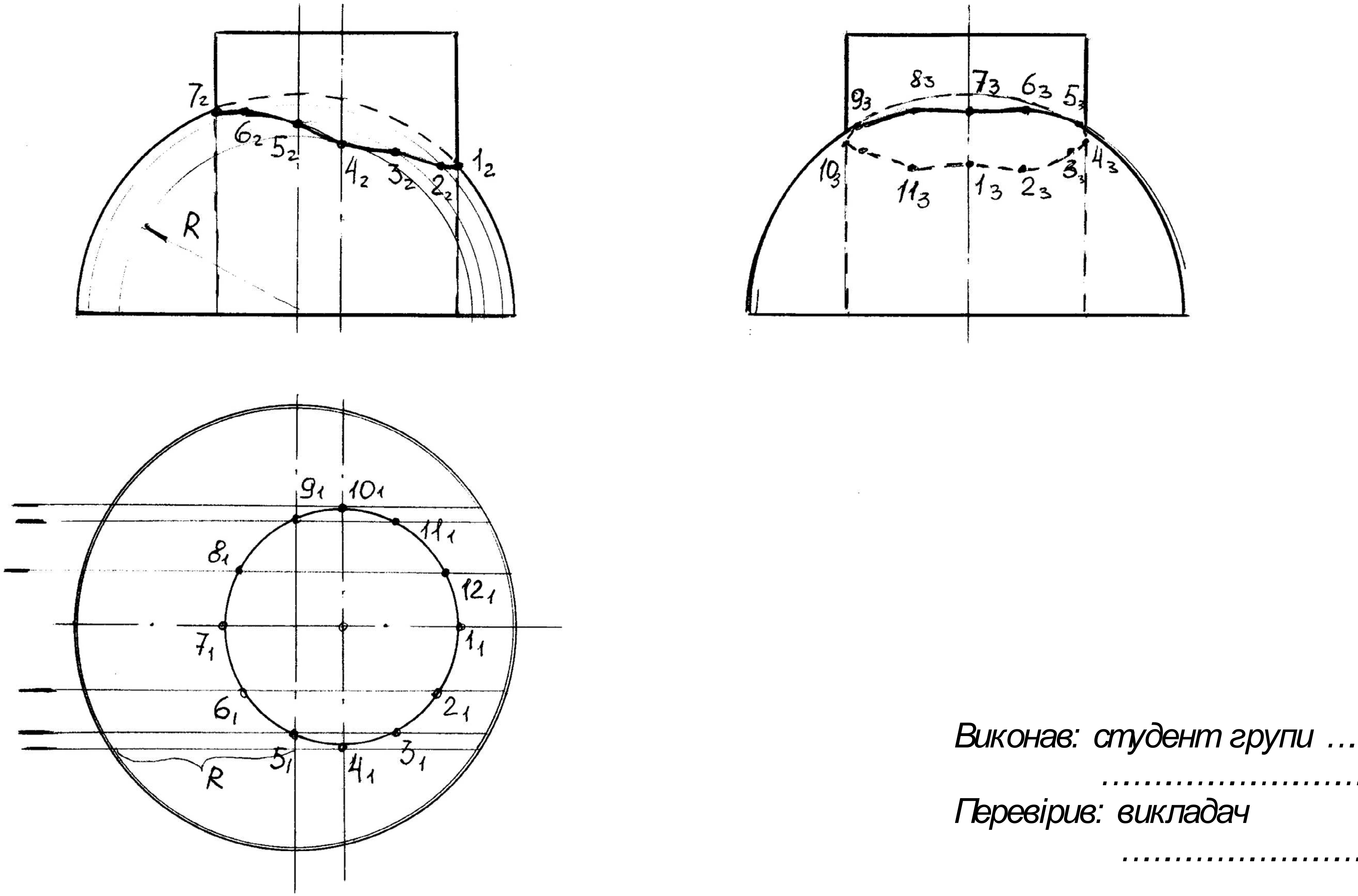
1) В прикладі перетинаються поверхні на півсфери та циліндрична, яка є проектуючою до горизонтальної площини проекцій. Тобто горизонтальна проекція лінії перетину вже є на кресленні- це окружність в яку проекцюється циліндрична поверхня.
2) Горизонтальну проекцію лінії перетину розподіляємо на точки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 і 8 які належать напівсфері.
3) Фронтальну проекцію точок будуємо за допомогою фронтальних січних площин, що перетинають сферу по колу відповідного радіуса.
4) Профільну проекцію кожної точки будуємо за лінією проекційного зв’язку та координатою у.
5) Три проекції лінії на поверхні виконати кольоровим олівцем з огляду на видимість.

Приклад виконання епюра приведений на стор. 55.

Питання для самоперевірки

1) В яких випадках доцільно використовувати спосіб сфер-посередників?
2) Коли дві поверхні другого порядку перетинаються по плоских кривих?
3) Сформулюйте принцип приналежності точки до поверхні.
4) У чому полягає суть спрощення при побудові лінії взаємного перетину двох поверхонь, якщо одна з поверхонь проектуюча?

Епюр №7



Виконав: студент групи …….

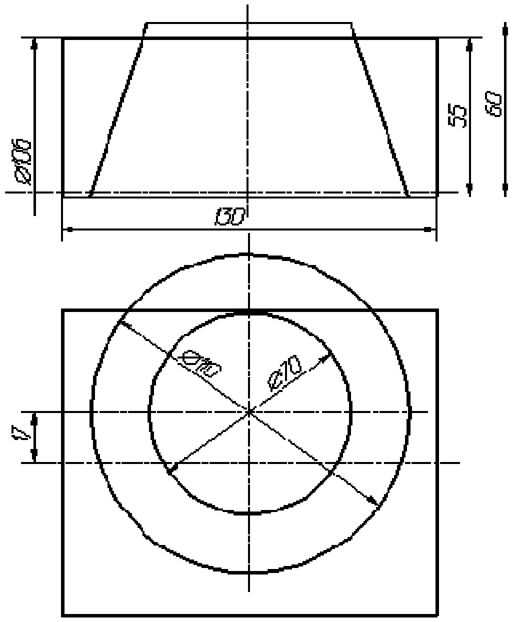
…………………………

Перевірив: викладач

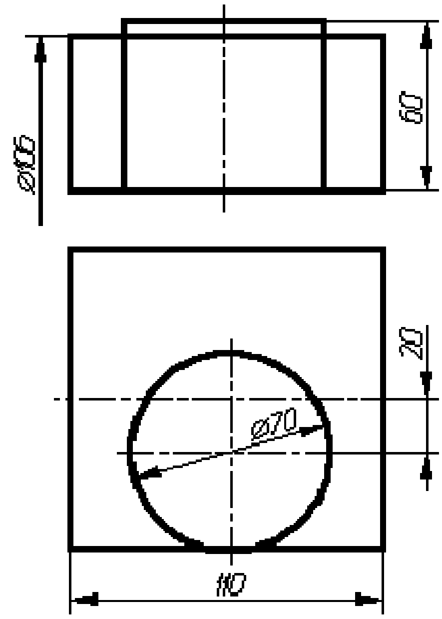
………………………..

Варіанти задач для виконання епюра №7

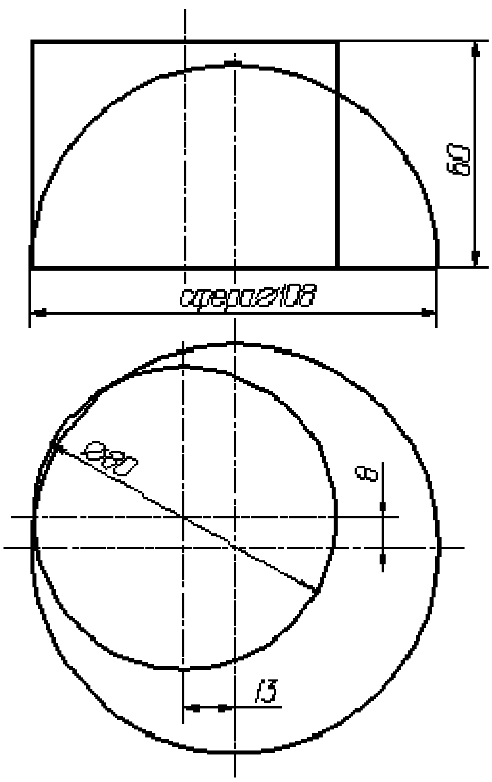
Варіант 1



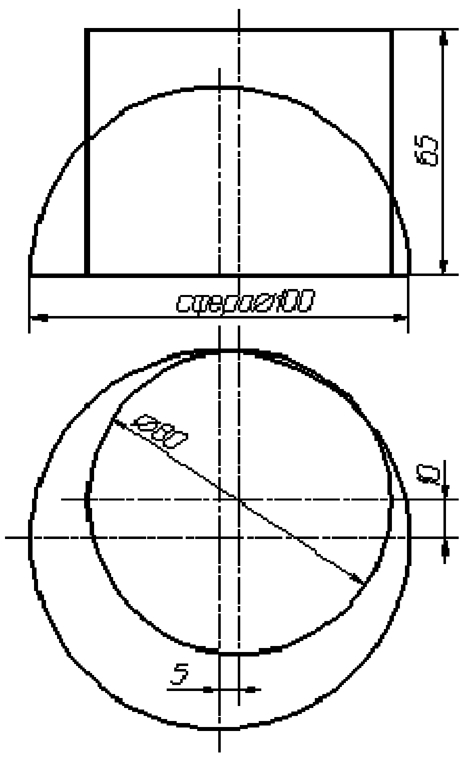
Варіант 2



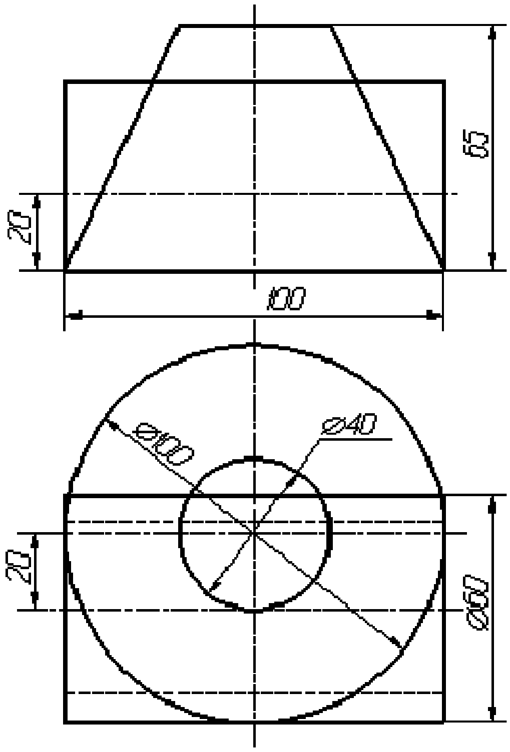
Варіант 3



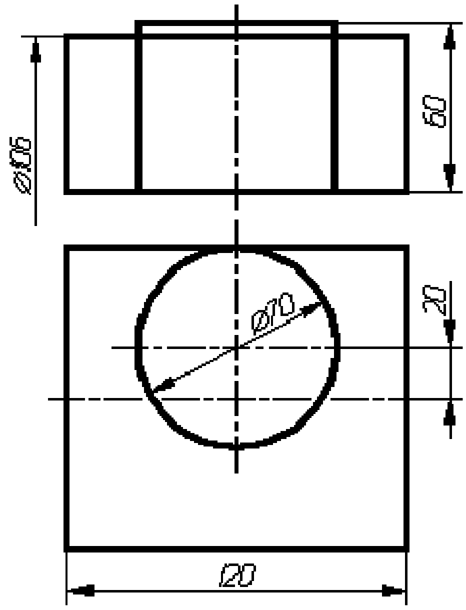
Варіант 4



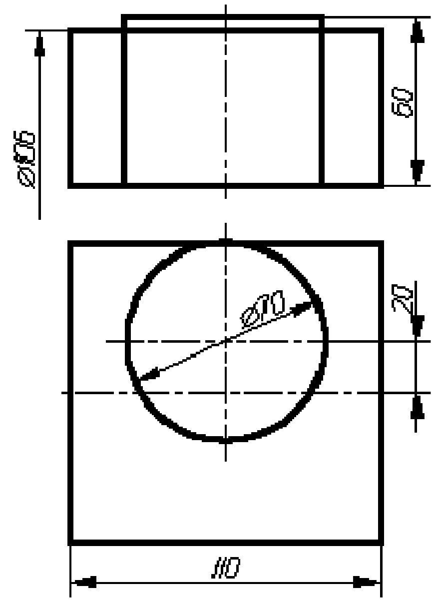
Варіант 5



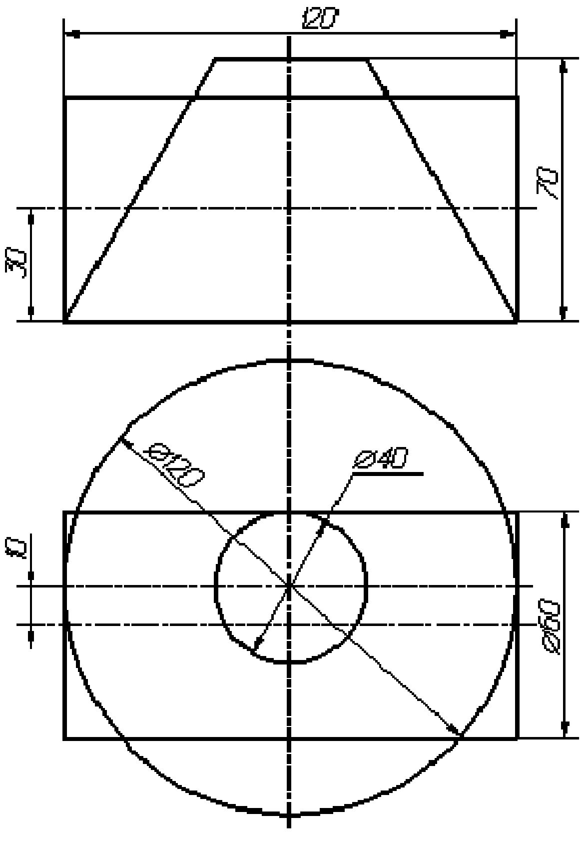
Варіант 6



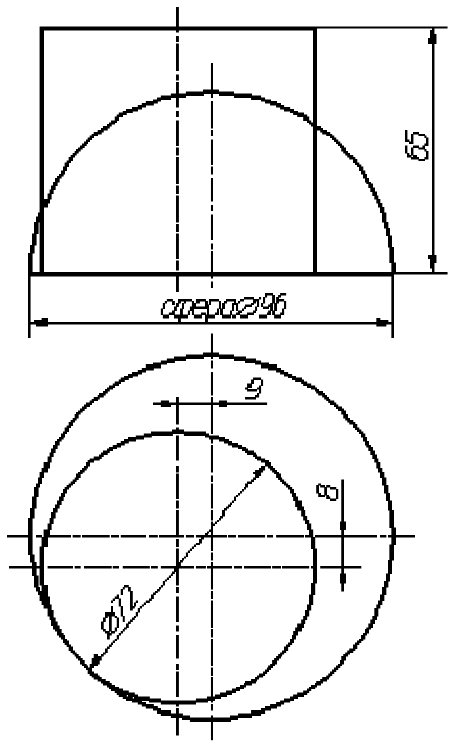
Варіант 7



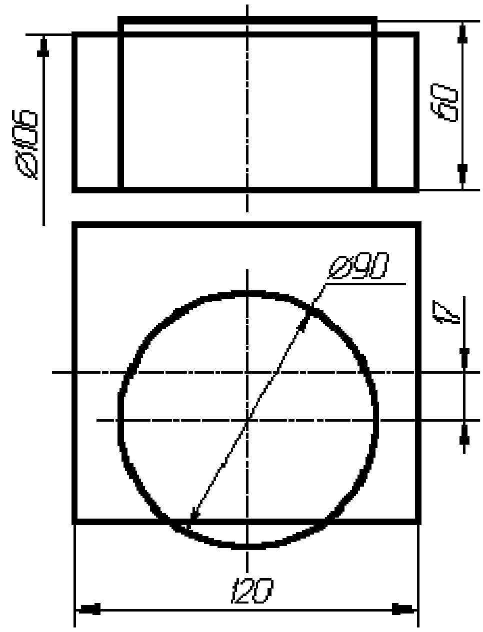
Варіант 8



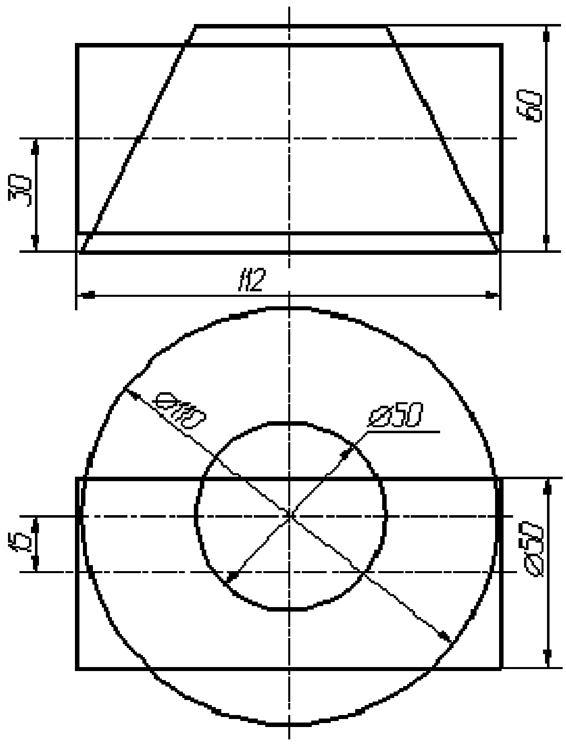
Варіант 9



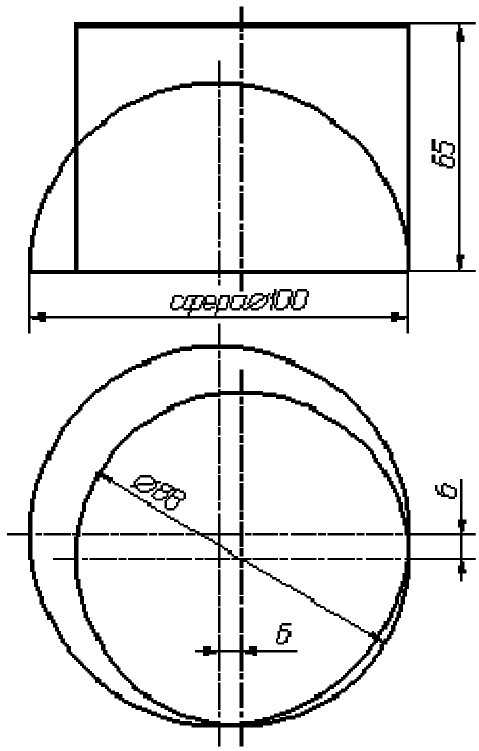
Варіант 10



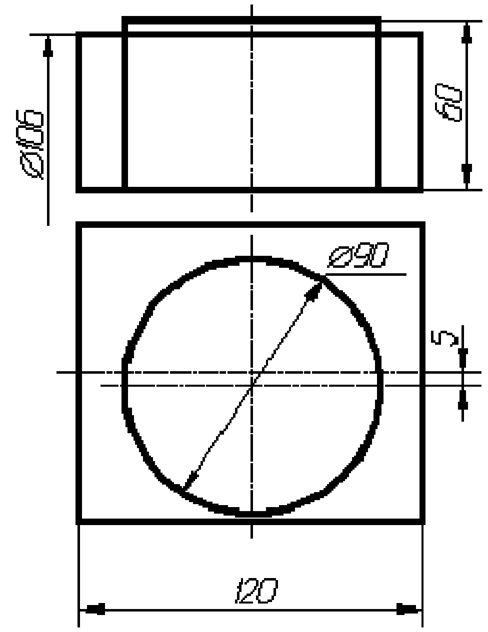
Варіант 11



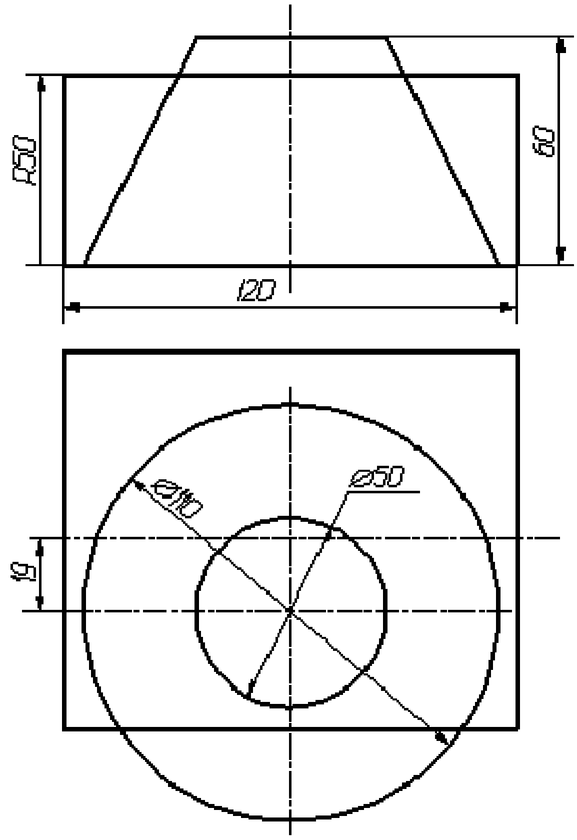
Варіант 12



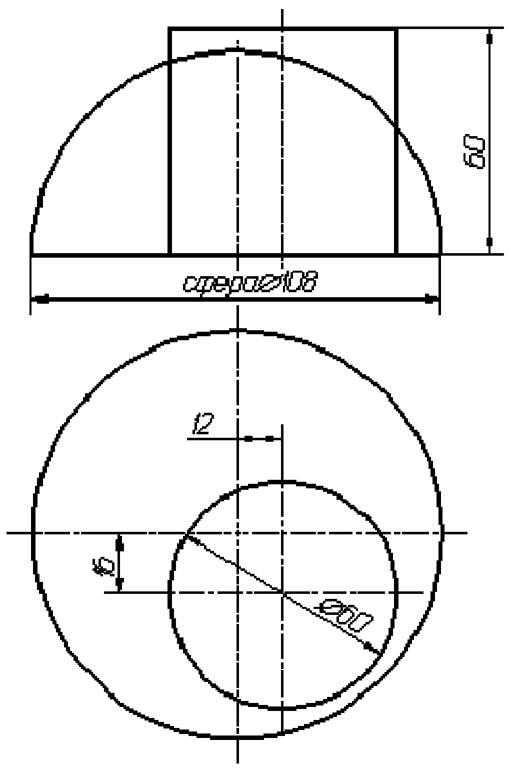
Варіант 13



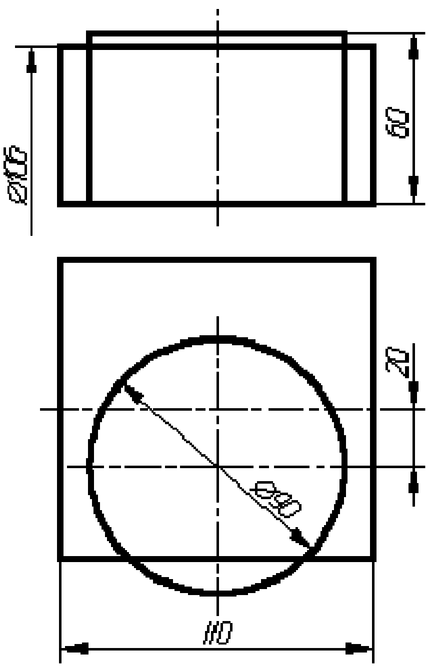
Варіант 14



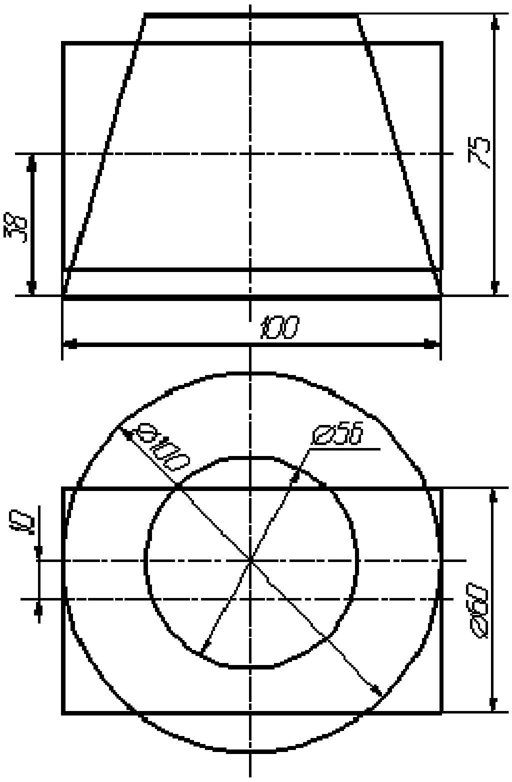
Варіант 15



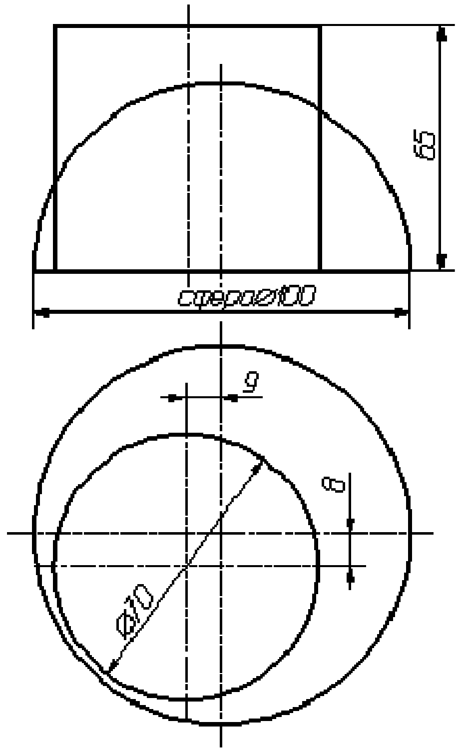
Варіант 16



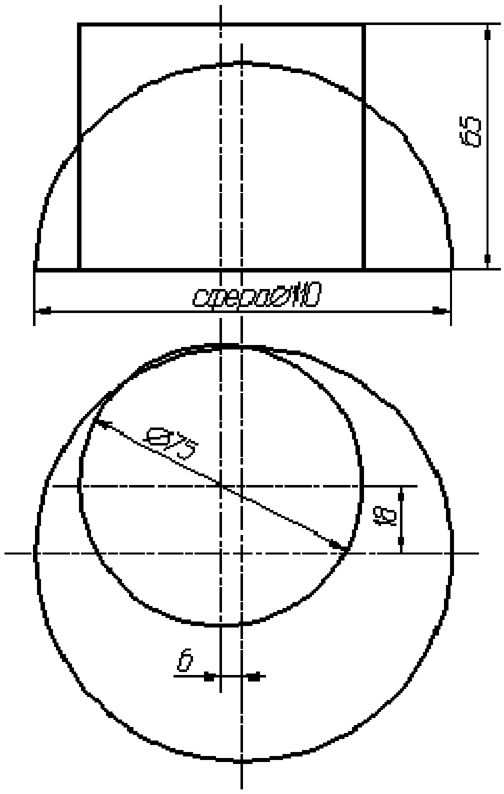
Варіант 17



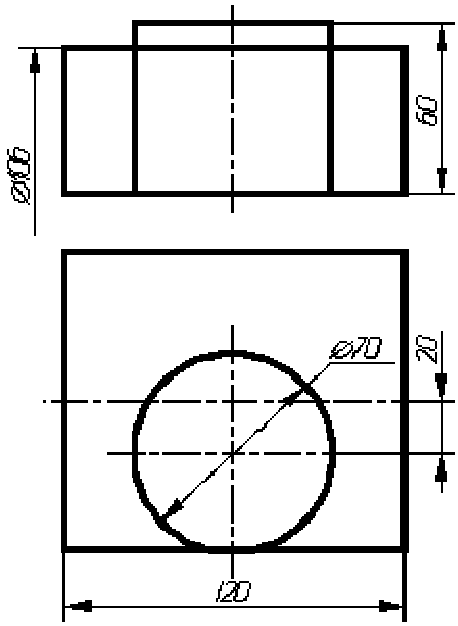
Варіант 18



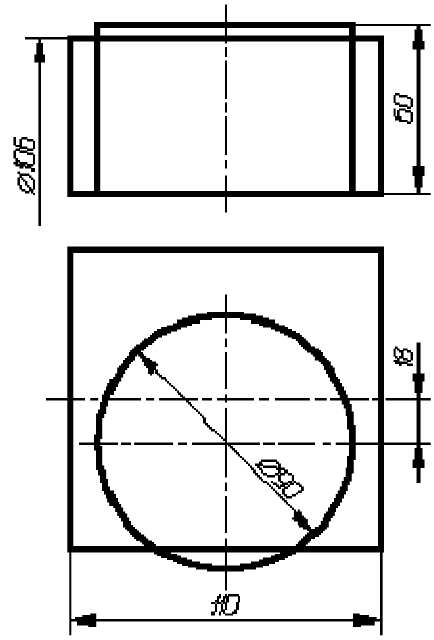
Варіант 19



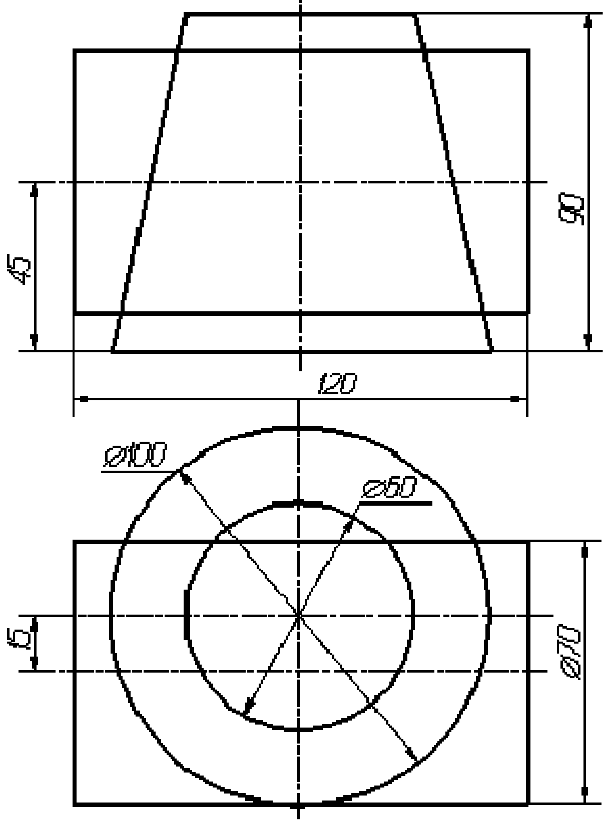
Варіант 20



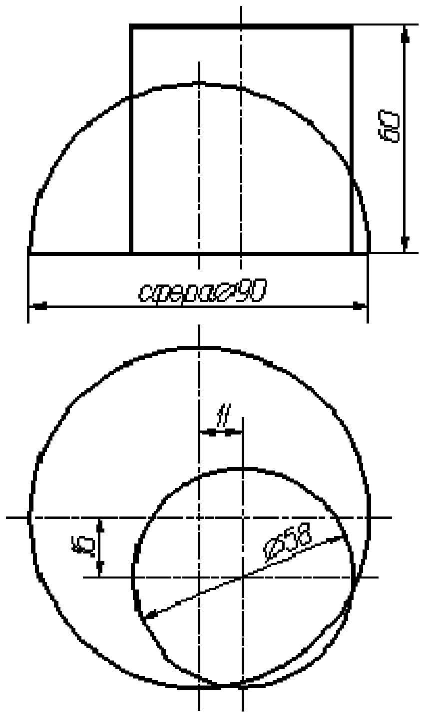
Варіант 21



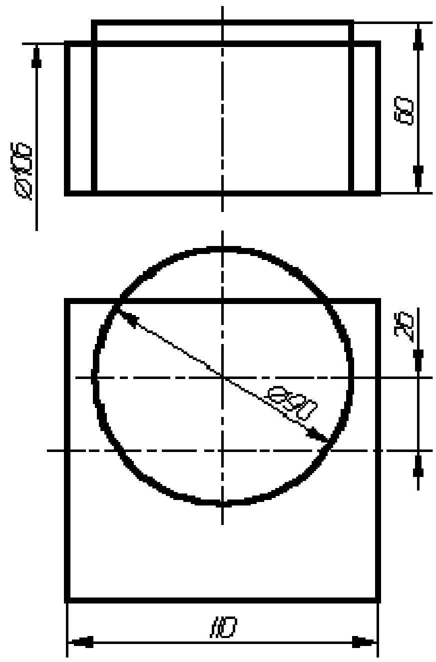
Варіант 22



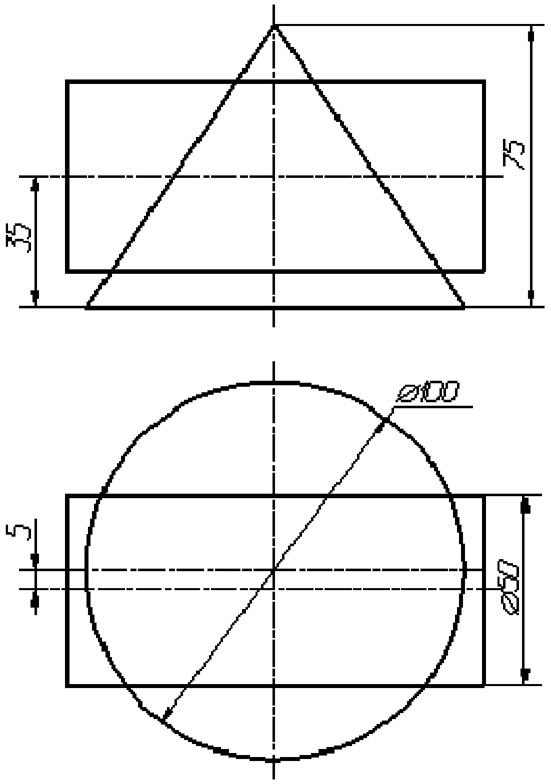
Варіант 23



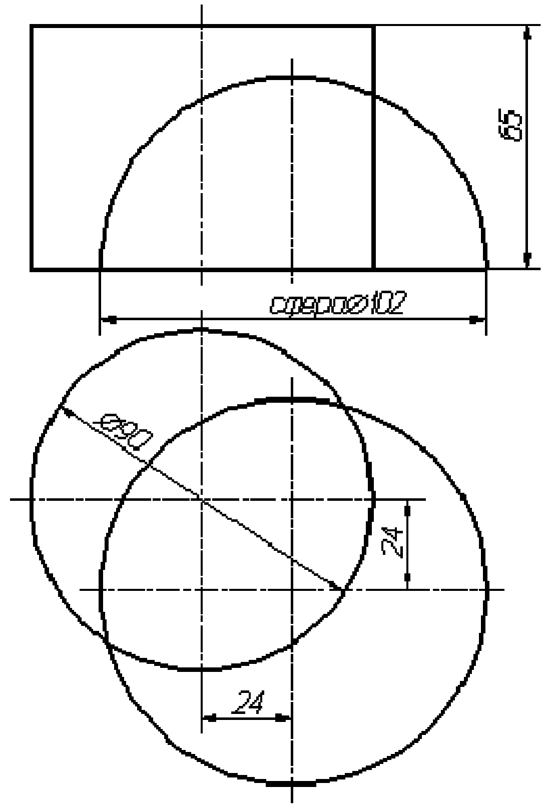
Варіант 24



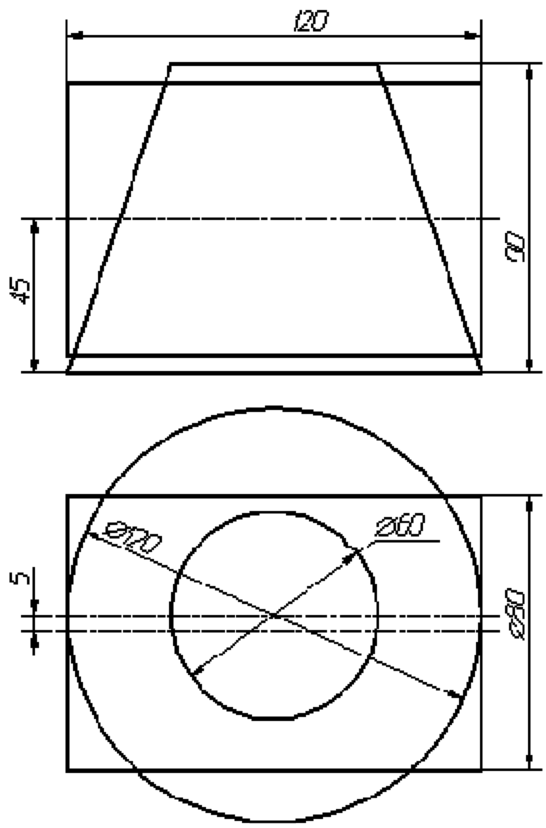
Варіант 25



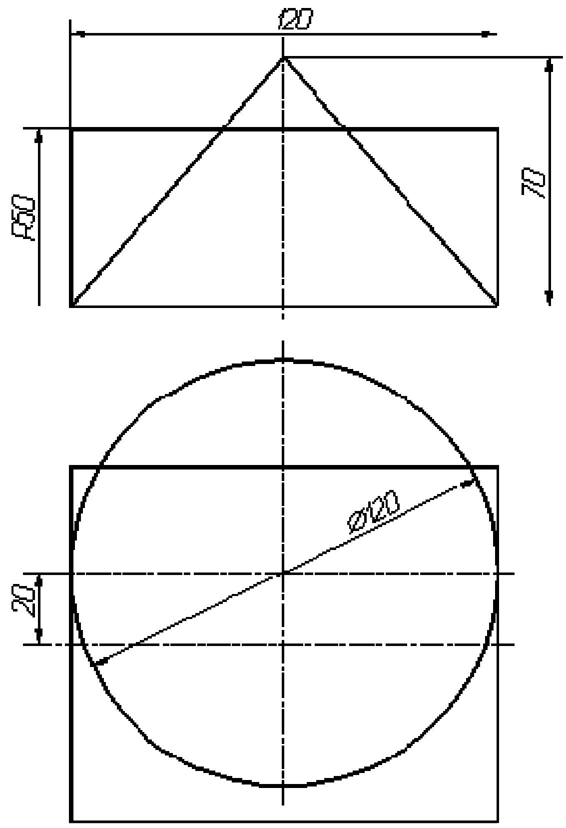
Варіант 26



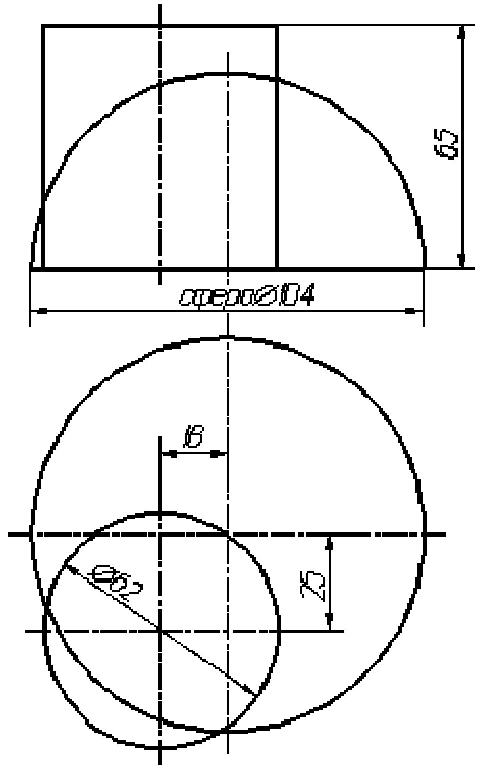
Варіант 27



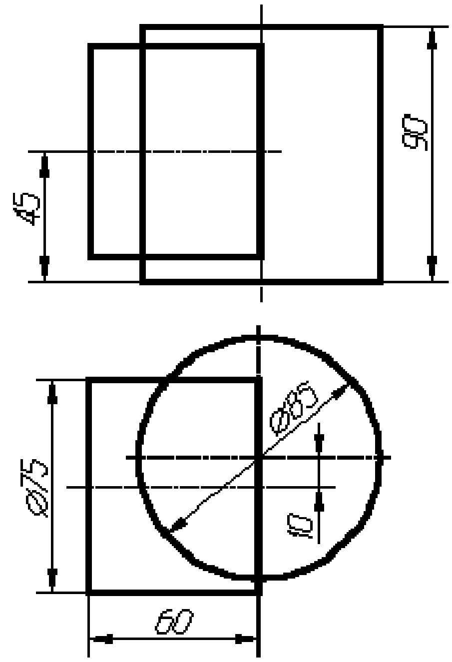
Варіант 28



Варіант 29



Варіант 30



Побудова аксонометричних проекцій

Аксонометрична проекція (чи аксонометрія) являє собою один з методів побудови наочних зображень на одній площині.

Одна аксонометрична проекція не цілком визначає положення геометричного елемента в просторі (тобто не має властивість оборотності). Щоб аксонометричне креслення стало оборотним, необхідно крім аксонометричної проекції геометричного елемента задати хоча б одну його вторинну проекцію. Наприклад, на рис. 1 положення прямої AB у просторі невизначене, а пряма CD (рис. 2) розташована паралельно до фронтальної площини проекцій $C'_1 D'_1$.

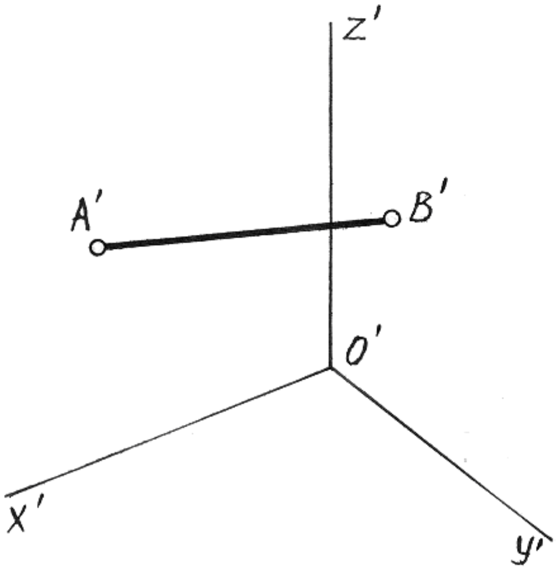
В основі побудови аксонометричних проекцій лежить координатний метод. На рис. 3 показана побудова аксонометричної проекції точки A по її вторинним горизонтальній (рис. 3а) та фронтальний (рис. 3б) проекціям.

Стандартні аксонометричні проекції, використовувані при виконанні завдання

Прямокутна диметрія, (ДСТ 2.317-69)

Положення аксонометричних осей приведене на рис. 4а, їх побудова без транспортира показано на рис. 4б. Показник спотворення по осі Y дорівнює 0,47, а по осях X и Z – 0,94. Диметричну проекцію, як правило, виконують без спотворення по осях X и Z з коефіцієнтом спотворення 0.5 по осі Y, тобто користуються приведеним коефіцієнтом спотворення.

Тоді зображення виходить збільшеним у 1,06 рази ($\frac{1}{0,94} = \frac{0,5}{0,47} = 1,06$), тобто аксонометричний масштаб для прямокутної диметрії буде M^A = 1,06:1. Окружності, що лежать у площинах, паралельних до площин проекцій, проектуються на аксонометричні площини проекцій в еліпси, (рис.5). Окружності діаметра d лежачі в площинах XOY і YOZ, проектуються в рівні еліпси, велика вісь яких 2a = 1,06d, а мала – 2в = 0,35d, якщо користуватися приведеними коефіцієнтами спотворення. Окружність, розташована в площині XOZ, проектується в еліпс з осями: велика вісь 2a = 1,06d, мала вісь 2b = 0,95d (рис.5). Діаметри окружності, що паралельні до координатних осей, спроектуються у відрізки, паралельні до аксонометричних осей диметрії: $\ell^1 = \ell^3 = d$; $\ell^2 = 0,5d$, при цьому $\ell^1 \| OX; \ell^2 \| OY; \ell^3 \| OZ$.



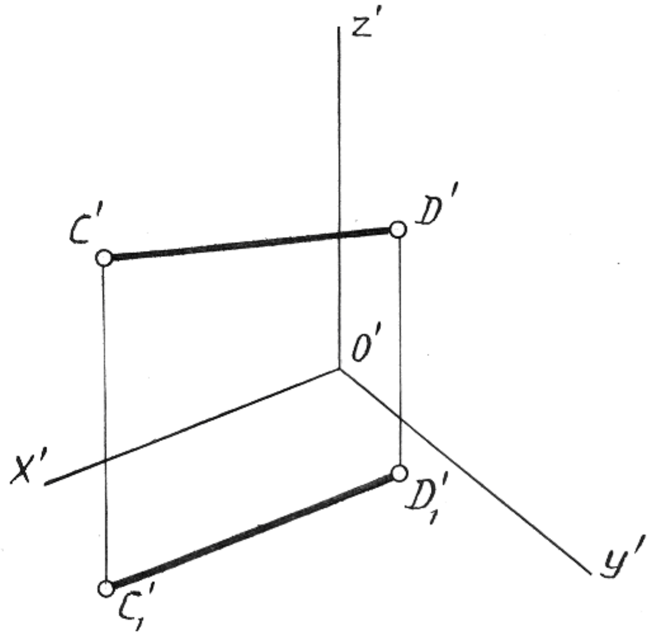


Рис. 1. Рис.2.

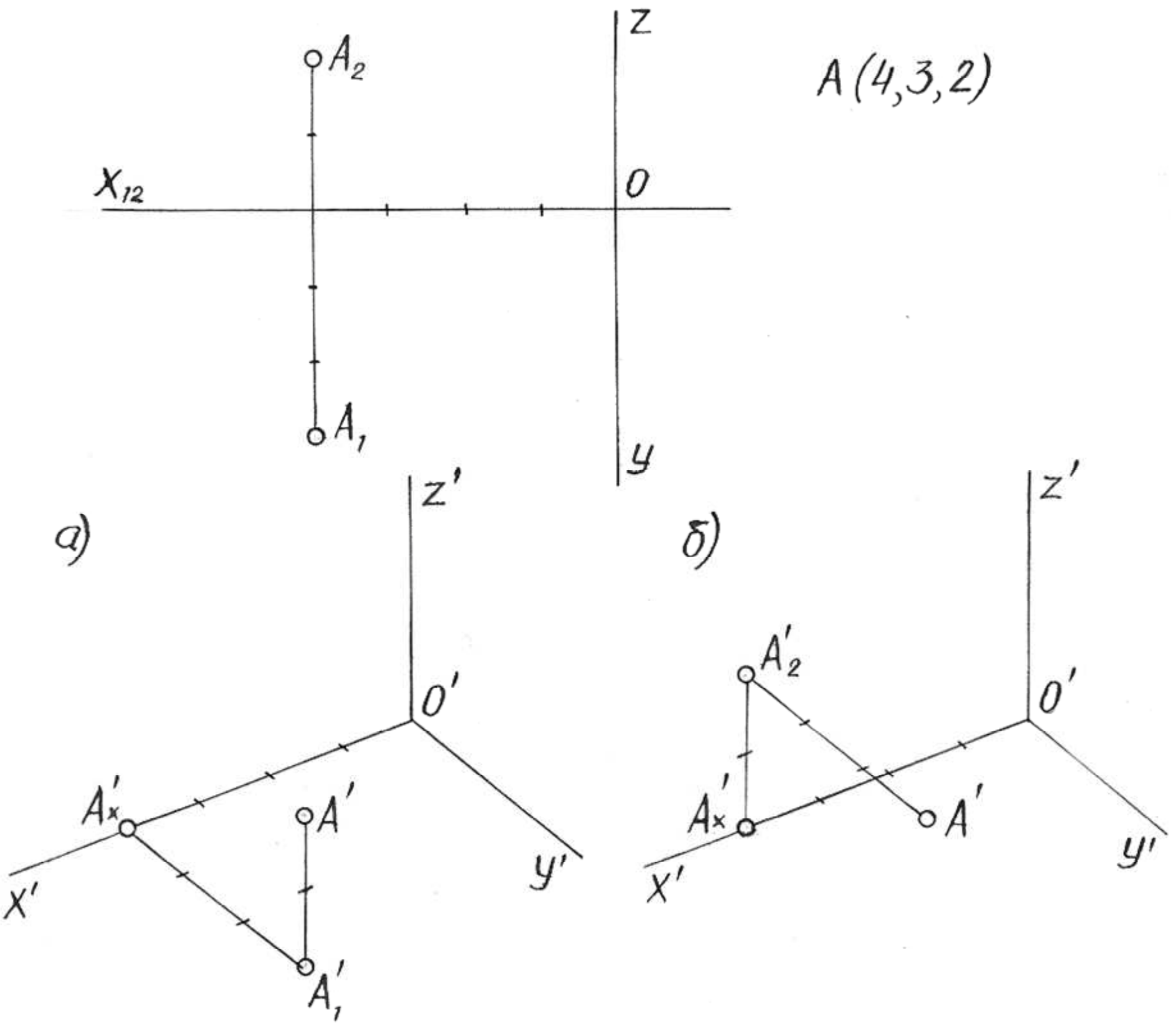


Рис. 3.

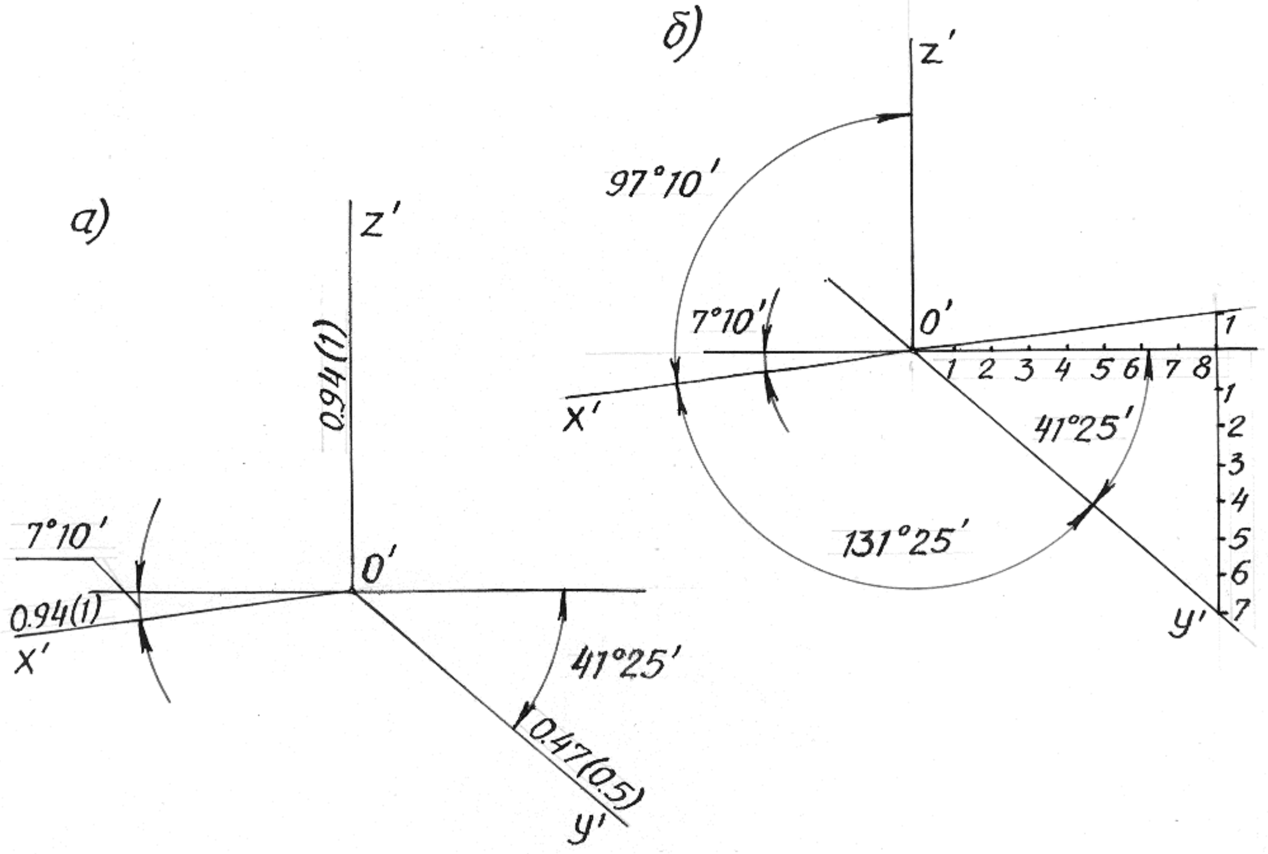


Рис. 4.

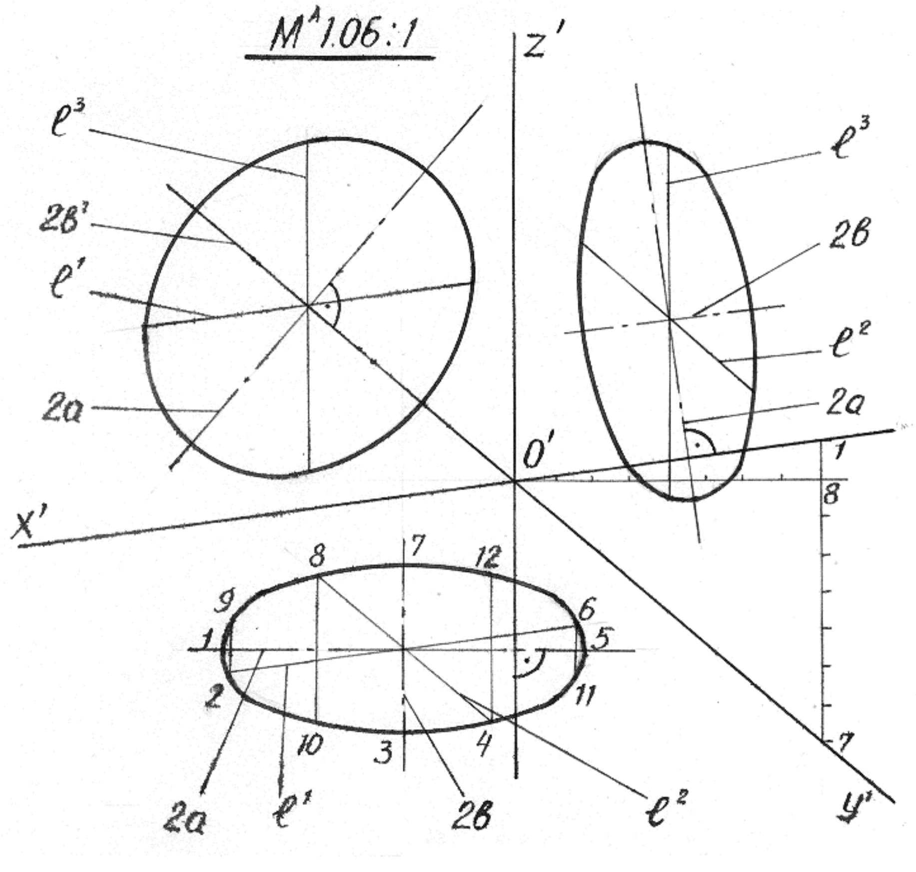
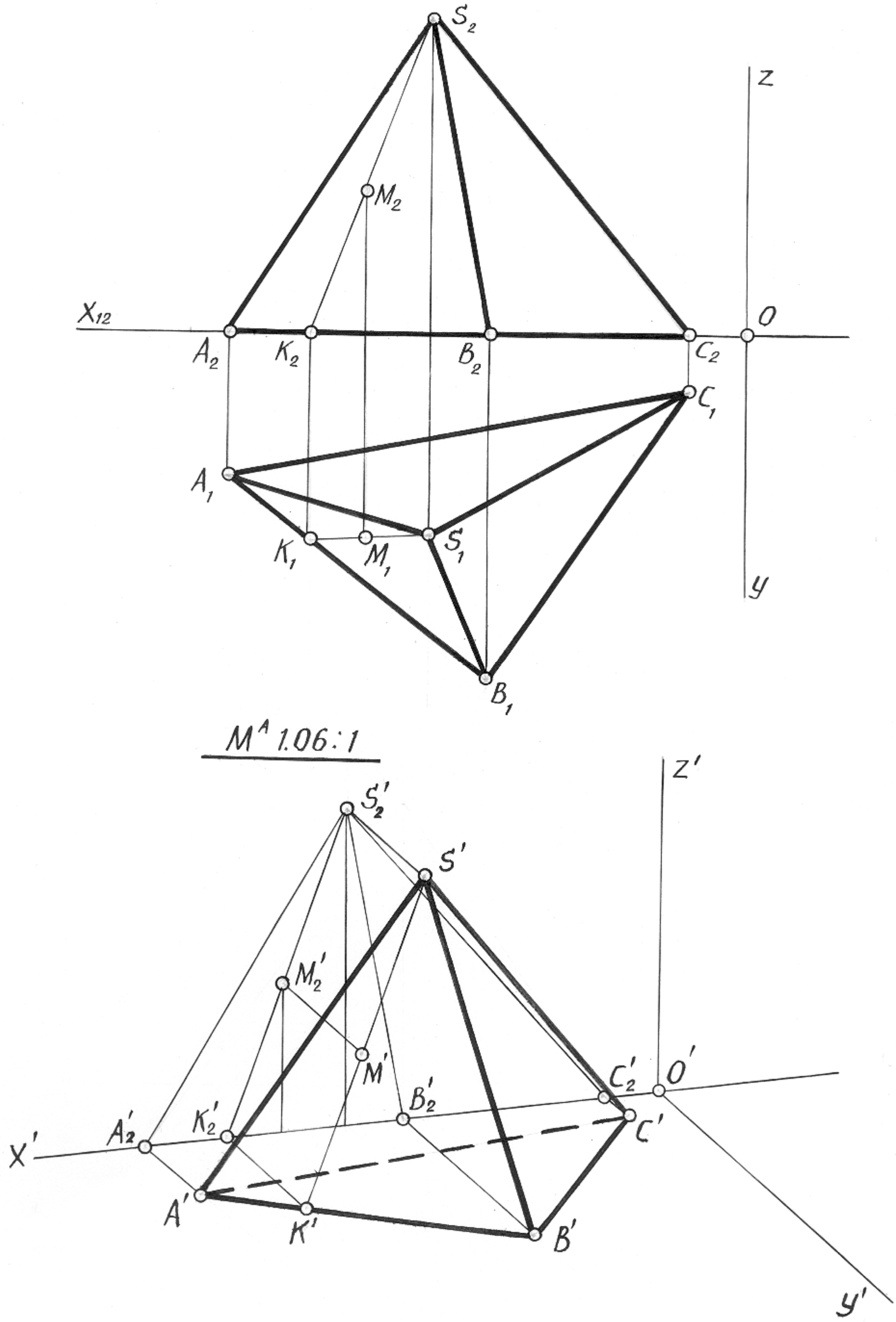


Рис. 5.



S_2
z
M_2
X_{12}
O
A_2
K_2
B_2
C_2
C_1
A_1
K_1
M_1
S_1
y
B_1
M^A 1.06:1
Z'
S_2'
S'
M_2'
M'
C_2'
O'
X'
A_2'
K_2'
B_2'
C'
A'
K'
B'
y'

Рис. 6.

Можна побудувати крім зазначених точок ще чотири точки, симетричні точкам, що обмежують проекції діаметрів, паралельних до координатних осей. Тоді еліпс, як диметрию окружності, можна побудувати по його дванадцятьох точках.

На рис. 6 зображена побудова в приведених коефіцієнтах спотворення диметрії піраміди по вторинній фронтальній проекції. Для перебування будь-якої точки на поверхні піраміди проводимо через неї допоміжну пряму (подальші побудови зрозуміли з креслення).

<u>Прямокутна ізометрія, (ДСТ 2.317-69)</u>

Положення аксонометричних осей приведене на рис. 7б, а їхня побудова за допомогою циркуля показана на рис. 7а. Практично ізометричну проекцію будують без спотворення по осях проекцій, тобто користуються приведеними коефіцієнтами спотворення, що по всіх осях дорівнюють одиниці. Тоді зображення в ізометрії виходить збільшеним у 1,22 рази ($\frac{1}{0,82} = 1,22$), тобто аксонометричний масштаб для прямокутної ізометрії буде M^A = 1,22 : 1.

Окружності, що лежать у площинах, паралельних до площин проекцій, проектуються на аксонометричні площини проекцій в еліпси. Розміри осей еліпсів при використанні приведених коефіцієнтів спотворення рівні: велика вісь 2a = 1,22d, мала вісь 2b = 0,71d, де d - діаметр зображуваної окружності.

Діаметри окружності, паралельні до координатних осей, проектуються відрізками, паралельними до ізометричних осей, і зображуються рівними діаметру окружності: $\ell\ \ell^1\ell^2 = \ell^3 = d$, при цьому $\ell^1 \| OX$; $\ell^2 \| OY$; $\ell^3 \| OZ$.

Еліпс, як ізометрію окружності, можна побудувати по восьми точках, що обмежують його велику і малу осі і проекції діаметрів, паралельних до координатних осей (рис. 8).

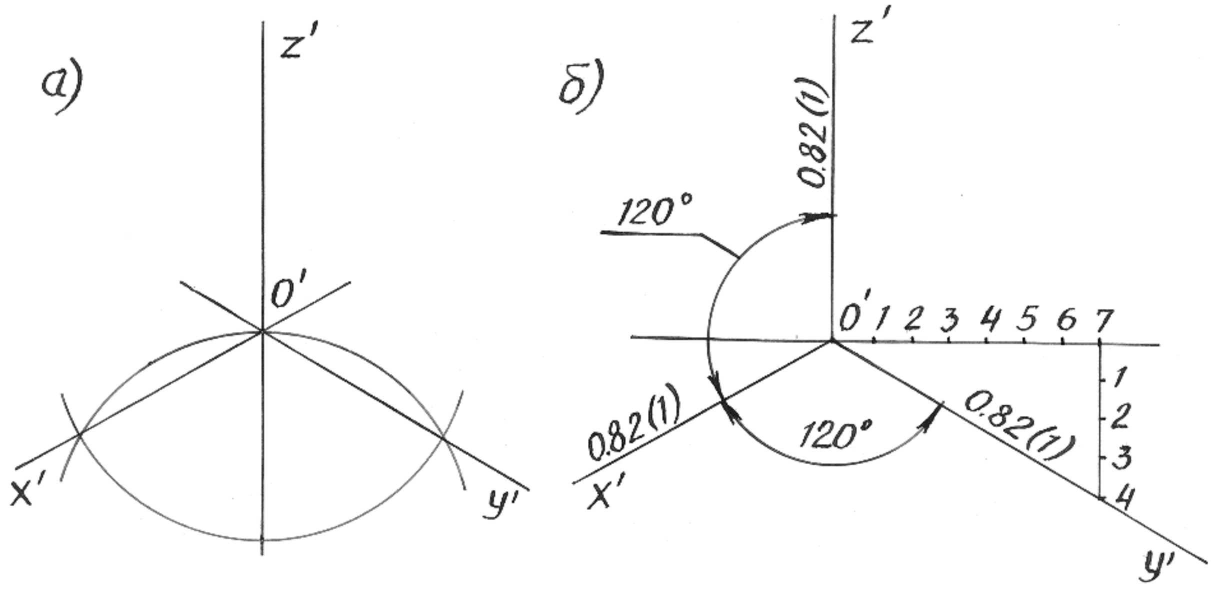

a)
z'
O'
x'
y'
б)
z'
0.82(1)
120°
O' 1 2 3 4 5 6 7
1
2
3
4
0.82(1)
120°
0.82(1)
x'
y'

Рис. 7.

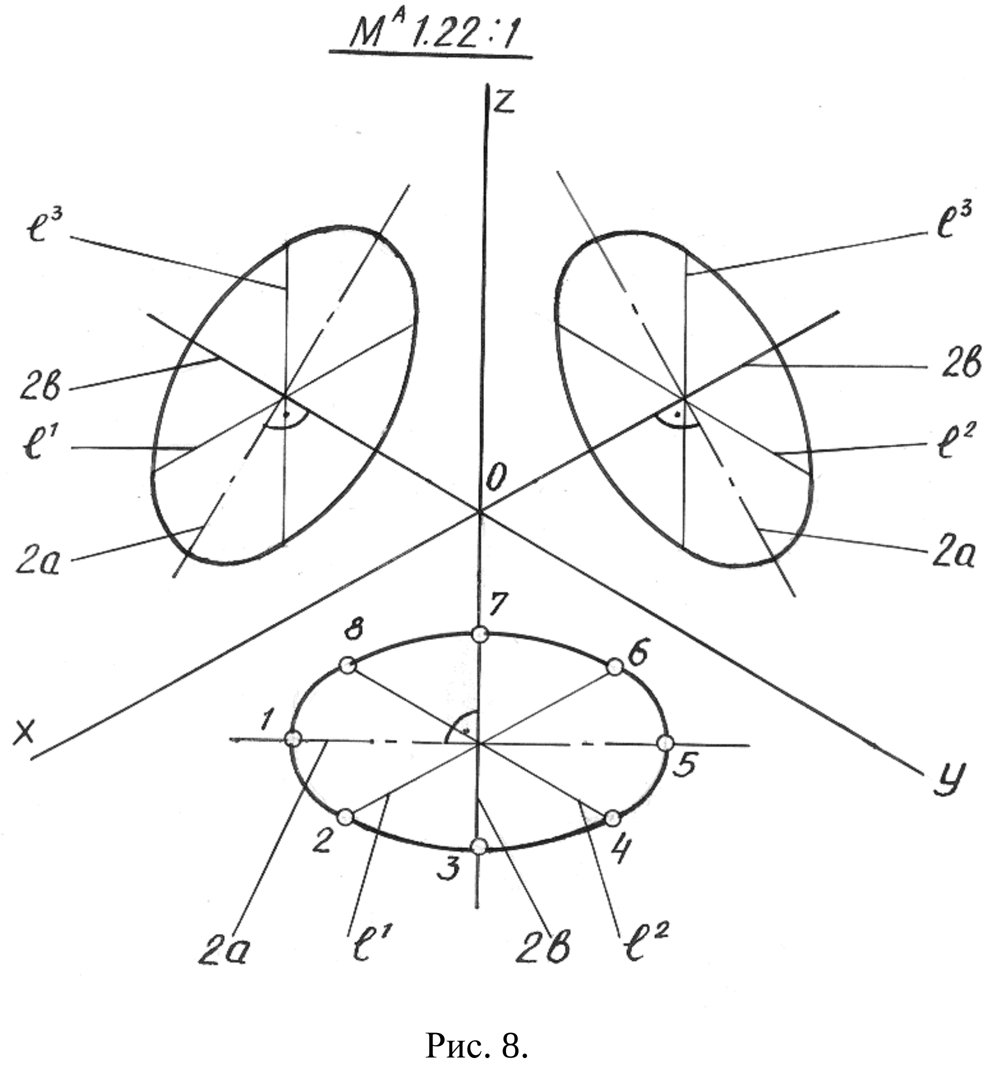

M^A 1.22:1
z
ℓ³
2в
ℓ¹
2a
ℓ³
2в
ℓ²
2a
0
7
8
6
1
5
x
y
2
3
4
2a
ℓ¹
2в
ℓ²

Рис. 8.

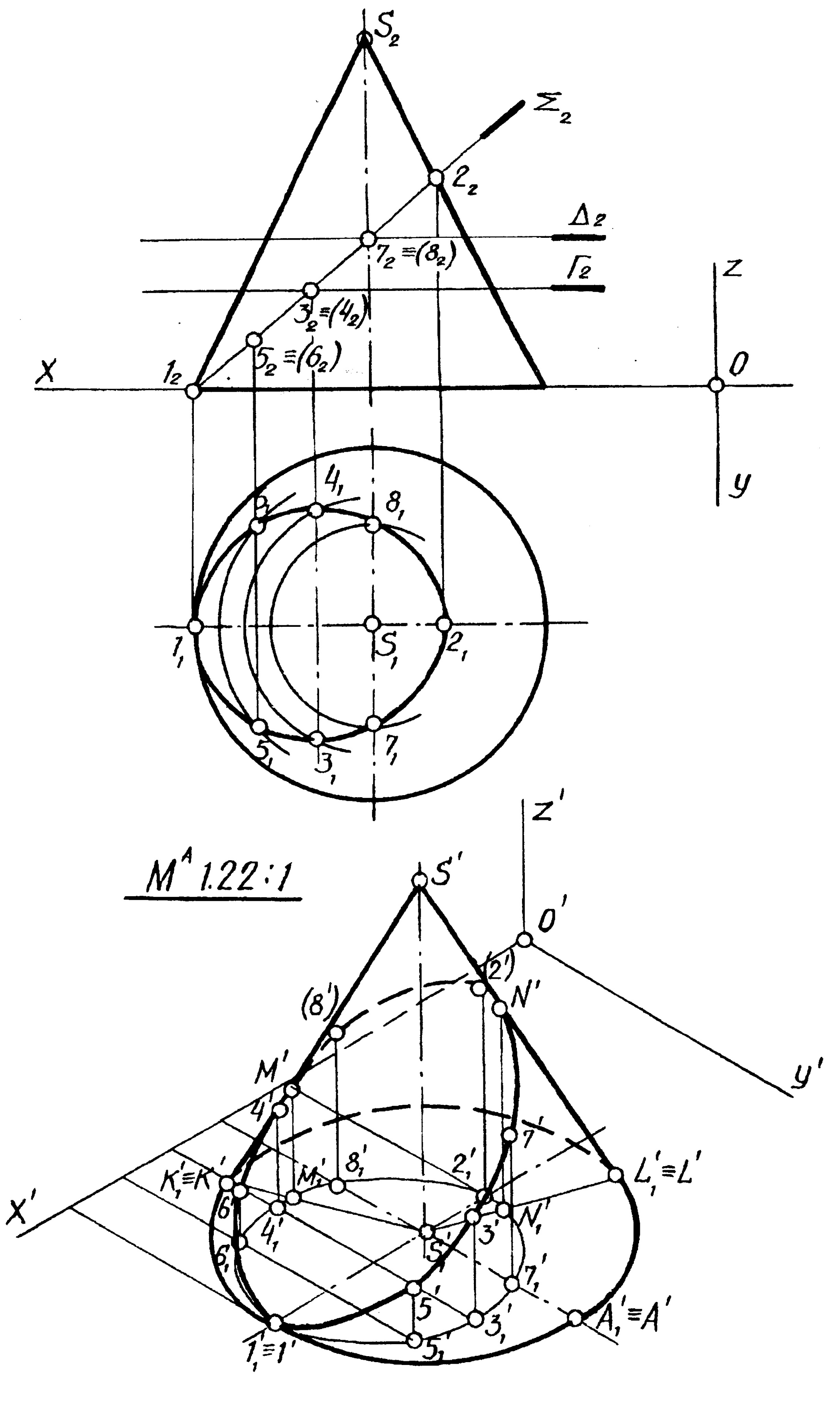
Приклади побудови ізометричної проекції деяких поверхонь

Конус обертання

На рис. 9 зображений конус, перерізаний площиною, що є фронтально-проектуючою Σ, яку можна розглядати як грань поверхні будь-якого багатогранника. У перетині виходить еліпс з великою (1 - 2) та малою (3 - 4) осями.

Для побудови горизонтальної проекції цього еліпса використовуємо допоміжні площини Δ и Г. Побудова аксонометрії зробимо в приведених коефіцієнтах спотворення по вторинній горизонтальній проекції. Будуємо аксонометричну проекцію основи конуса і його вершини, і з точки S' проводимо дотичні до еліпса в точках K' і L' - це твірні нариса конуса в аксонометрії, а $S'_1L'_1$ і $K'_1S'_1$ - їхні вторинні горизонтальні проекції. Далі, будуємо вторинну горизонтальну проекцію лінії перетину. Точки перетину вторинних проекцій нарисових твірних і лінії перетину точки N'_1 і M'_1 - дають можливість побудувати точки N' і M' , що є точками перехідної видимості для лінії перетину в ізометрії.

Аксонометрична проекція будь-якої точки лінії перетину може бути побудована двома способами : чи за допомогою вторинної проекції самої точки (з якої на вертикальної прямої відкладаємо висоти з фронтальної проекції) чи за допомогою вторинної проекції твірної, що проходить через точку (див. на рис. 9 побудова точки $7'$ за допомогою твірної SA). Другий спосіб є більш точним.



S2
Σ2
22
Δ2
72≡(82)
Г2
Z
32≡(42)
52≡(62)
X
12
0
y
41
81
11
S1
21
51
31
71
Z'
M^A 1.22:1
S'
0'
(2')
N'
(8')
M'
y'
4'
7'
X'
K1'≡K'
M1'
81'
21'
L1'≡L'
6'
41'
3'
N1'
S1'
61'
71'
5'
51'
31'
A1'≡A'
11'≡1'

Рис. 9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Інженерна та комп'ютерна графіка: Підручник / В.Є. Михайленко, В.М. Найдиш, А.М. Підкоритов, І.А. Скидан; За ред. В.Є. Михайленка.- К.: Вища шк., 2000. -342 с.

2. Практикум з нарисної геометрії: навчально-методичний посібник (для студентів 1 курсу всіх спеціальностей академії). Авт.: В.І. Лусь, Т.Є. Киркач, О.Є. Мандріченко, А.О. Радченко, за ред. В.І. Луся – Харків: ХНАМГ, 2005-184 с.

Навчальне видання

Методичні вказівки для самостійної роботи по виконанню індивідуальних завдань з нарисної геометрії (для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалаврів за напрямками підготовки 6.060101 – «Будівництво», 6.050701 – «Електротехніка та електротехнології», 6.060103-«Гідротехніка»).

Укладачі: Тетяна Євгенівна Киркач,
Олена Євгенівна Мандріченко,
Алла Олександрівна Радченко.

Редактор: М.З. Аляб'єв

План 2008, поз.67

Підп. до друку 27.05.2008	Формат 210 х 297 1/8	Папір офісний
Друк на ризографі	Умовн.-друк. арк. 3,5	Обл.-вид. арк.
Замовл. №	Тираж 200 прим.	

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12

Сектор оперативної поліграфії ІОЦ ХНАМГ

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції, 12